



TITLE:

若狭湾およびその周辺海域における
小型マクロベントスの分布に関
する研究(Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

林, 勇夫

CITATION:

林, 勇夫. 若狭湾およびその周辺海域における小型マクロベントスの分
布に関する研究. 京都大学, 1982, 農学博士

ISSUE DATE:

1982-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r4703>

RIGHT:

新	制
農	
352	
京大附図	

差波瀾およびその周辺海域における小型マクロベントスの分布に関する研究

林 勇 夫

若狭湾およびその周辺海域における
山型マクロベントスの分布に関する研究

林 勇 夫

目 次

第1章 序 論	1
第2章 謝 辞	11
第3章 調査海域および調査方法	14
第1節 調査海域	14
第2節 調査方法	20
第3節 調査方法の検討	24
第4章 舞鶴湾の小型マクロベントス群集	32
第1節 調査海域の海底環境および調査方法	32
第2節 動物群集 (春季相)	35
第3節 季節変化	46
第4節 論 議	51
第5章 敦賀湾の小型マクロベントス群集	64
第1節 調査方法および調査海域の海底環境	64
第2節 動物群集 (春季相)	69
第3節 論 議	86
第6章 小浜湾の小型マクロベントス群集	93
第1節 調査方法および調査海域の海底環境	93

オ 2 節	動物群集 (春季相) -----	97
オ 3 節	論 議 -----	113
オ 7 章	若狭湾主湾部の小型マクロベントス群集	
—	西部海域を中心に —-----	126
オ 1 節	調査時期および調査方法 -----	126
オ 2 節	調査海域の海底環境 -----	130
オ 3 節	沿岸浅海帯の動物群集 (1974年春季相) -	139
オ 4 節	丹後海主湾部の動物群集 (1976年夏季相) -	154
オ 5 節	動物分布の季節変動 -----	170
オ 6 節	動物分布の経年変動 - 沿岸浅海帯での例 - -	186
オ 7 節	論 議 -----	196
オ 8 章	若狭湾沖合域の小型マクロベントス群集 -----	210
オ 1 節	調査方法および調査海域の海底環境 - -	210
オ 2 節	動物群集 (夏季相) -----	213
オ 3 節	論 議 -----	227
オ 9 章	総合論議 -----	241
オ 1 節	若狭湾海域における小型マクロベントスの量	
—	分布の特徴 -----	241
オ 2 節	動物分布と底質との関係 - - -	253
オ 3 節	多毛類相の特徴 - - - - -	274

第10章 要 約----- 289

第11章 引用文献----- 300

Abstract ----- 313

第1章 序 論

生涯のほとんども海底の底泥と密着して生活する、いわゆる海産底生無脊椎動物 (marine benthos または marine benthic invertebrate) は、移動性が乏しいというに彼等の生態的特性を反映して、生息場所の諸環境の働きかけに対してきわめて受動的な動物群である。すなわち、彼等の存在そのものが海底の諸環境要素による淘汰の結果であり、その環境の履歴の生物的表现ともみなせるものである。このような彼等の特性は、最近のように年々沿岸の環境悪化が進行する現状のもとでは、海底における総合的な環境指標としての価値を、以前にも増して高めつつあると言っても過言ではない。また一方で、これらの動物群は有用魚介類の餌料生物として、あるいは直接的には餌料生物としての価値が低い場合でも、海洋の物質循環に大きな役割を果たしているという意味に

めいて、海洋の生産系を支える重要な構成要素となっているのもまた事実である。

このように、海洋において重要な役割を担っている底生動物ではあるが、食物資源としての価値を有する一部の種を除いて人間との直接的な関わりが少なかつたせいも、博物学的な興味からの業績を除けば、長い間研究者の関心の外に置かれてきた。

今世紀の初頭に、デンマークの PETERSEN が北海のカレイ類の生産との関連で、餌料としての底生動物の分布を量的に把握するといふ、現在でもなお今日的な課題のもとに、堆積物底における底生動物の定量的な研究に着手して以来、ようやく底生動物が海洋生態学者の注意を喚起するところになった (PETERSEN and BOYSEN-JENSEN, 1911; PETERSEN, 1913, 1915, 1918)。そして、以後この分野の知見の蓄積は着実に進むが、PETERSEN が最初に企図した底魚群集との関わりで底生動物の分布を論じるという方向ではそれほど見られるべき成果は多く (BLEGVAD, 1930; STEVEN, 1930; LARSEN, 1936;

JONES, 1951), その後 1950 年代の末頃までにかけての間の研究者の関心の主流は, 優占種, 標徴種を基準にした諸海域の底生動物群集の類別 (MOLANDER, 1928; EKMAN, 1947; THORSON, 1957 他) や動物分布と底質環境との関係 (FORD, 1923; DAVIS, 1923; JONES, 1950; PARKER, 1956; SANDERS, 1958) といった点に集中し, 前者では THORSON (1957) の平行群集 (parallel community) の概念を産み, 後者では動物の摂食機構を根拠に, 底質の粒子組成と動物分布との関係も王わめて具体的に指摘した SANDERS (1958) の業績をみるに至った。THORSON は同時に永年蓄積して王た幼生の生態を含む各種の生活史に関する歴大な知見を駆使して動物群集を動的に把握しようとし努め, 以後の底生動物研究のひとつの基礎を確立した (THORSON, 1950 他)。したがって, 1960 年代から 70 年代にかけての業績の多くは, それまでのような単に群集の記載的な記述にとどまらず, 群集構造の解析やその形成機構にまで論及したり, 機能面から群集を把握しようとし試みたりと, 多様な発展を遂げることにな

るのである。なかでも、1960年代の末から70年代前半にかけて、陸上動物における MACARTHUR and WILSON (1967) の平衡理論 (equilibrium theory) に触発されて、アメリカの研究者を中心に、多様性を柱にした群集構造解析が環境との関わりで盛んに論じられたが、とりわけ、SANDERS の時間安定性仮説 (stability-time hypothesis) をめぐって活発に展開された一連の論争は注目すべきものであった (SANDERS, 1968; DAYTON and HESSLER, 1972; GRASSLE and SANDERS, 1973; GRAY, 1974; MENGE and SUTHERLAND, 1976; ABELE and WALTERS, 1979a, b)。

この SANDERS の仮説は、主に深海の底生動物群集に関する情報をもとに提唱されたものであるが、一連の論争の過程で、それまでほとんど沿岸部に限られていた研究対象海域もまた空間的な広がりをも示すことになる。最近の群集構造解析の分野では、近年発展の著しい数理統計理論を援用しての群集動態に関する数理モデルの提示、種々の指数を用いての諸群集の類別、各種の分布様式の法則性の解明およびその要因解析などが一つの流れとなっ

てゐる (JUMARS, 1975a, b; BILYARD and CAREY, 1979)。他方、群集を構成する各種の生活史に関する知見を柱に、有机的な生物共同体として群集構造を把握して行こうとする、いわゆる THORSON 流のアプローチは主にヨーロッパの研究者を中心に続けられている (BUCHANAN, 1963; PEARSON, 1970)。また、各種の摂食型に注目して機能的な側面から群集を論じた業績は、SANDERS 以後 RHOADS and YOUNG(1970), PEARSON(1971) へと引継がれていくが、とくに、KUZNETSOV(1960, 1976), SOKOLOVA(1972) といったソ連の研究者達によって精力的に研究されている。さらに、海洋の生物生産との関連で底生動物群集の生産も問題にした研究も、PETERSEN and BOYSEN-JENSEN(1911), PETERSEN(1913, 1915, 1918), BOYSEN-JENSEN(1920) 以来脈々と続けられてはいるが、調査が行ないやすく、また閉鎖的な系として把握しやすい藻場や潮間帯などに比べて、堆積物底における知見はなお限られたものである (SANDERS, 1956; BUCHANAN and WARWICK, 1974)。

一方、底生動物の分布が海底の環境指標と

しての価値を有しているという特性に注目して、彼等の分布からその環境評価を試みようとする研究は、とくに海域の汚染が深刻化し始めた1950年代以降、世界各地の海域で散見されるようになる（たとえば REISH, 1959b）。最近では、スウェーデンのフィヨルドを対象にした ROSENBERG の一連の業績（1972, 1973, 1975, 1977）および PEARSON and ROSENBERG (1978) の総説などが特筆すべきものとして挙げられる。なお最近、種の適応戦略に関する関心から汚染海域をモデルに、各種の生活史型の適応的意義を明らかにしようとする試みがみられるなど、別の意味でも汚染海域の生態学が注目を浴びてくる。

翻って我が国に眼を転じれば、海域の底生動物研究はすでに1930年代に先駆的な業績が認められる（相川, 1936）とはいえ、やはり1940年代から50年代にかけての、宮地およびその共同研究者達の日本各地の内湾を対象にした一連の精力的な業績が、我が国でのこの

分野の研究の端緒を開くものであったことは論を待たない（宮地，1938a, b; MIYADI, 1940a, b; 宮地他，1942a, b, c, d, 1944, 他）。宮地らは、底生動物の分布をもとに日本各地の内湾を内湾度という概念を基準に類別したが、この概念は、内湾の環境評価に大いに貢献し、その後の底生動物研究に大きな影響を与えた。その後1950年代の末から60年代にかけてこの分野の研究は、北森、堀越、菊池らによりさらに発展させられていくが、北森が多毛類に焦点を当て、内湾の動物群集を論じた（北森，1963 他）のに対し、堀越はむしろ研究対象海域を陸棚、大陸斜面に至る沖合にまで広げ、海底環境との対応を軸に動物地理学的な観点から底生動物群集を捉えることを志向している（HORIKOSHI, 1962, 1970 他）。一方、もともと藻場の動物群集を、種間関係を中心に論じるところから研究を開始した菊池は、その後研究対象を堆積物底の動物群集にも広げ、旧来の手法を用いての動物相研究を行なう傍ら、最近

ではそれぞれの生活史についての知見の蓄積にも積極的である (KIKUCHI, 1964; 菊池・田中, 1976 他)。

以上のような経緯で、我が国の底生動物研究も遅れはせながら最近目覚ましい発展を遂げつつあるが、なお未開拓の分野も多い。たとえば、底生動物群集は多くの場合多毛類がかなりの部分を占めるにもかかわらず、その分類体系の確立が諸外国に比べてかなり遅れていることもあって、これまでのほとんどの研究では、多毛類に関してあまり立入りに検討がなされていない。この点で、初めて本格的に多毛類について論じた北森の一連の業績は評価されるべきものではあるが、対象が内湾域に限られているうえ、時の制約を反映してそのよりどころとした分類体系にも多くの問題があり、当然のことながらなお完全なものとは言えない。このように、他の貝類や甲殻類などに比べて多毛類は、底生動物の中では未だに研究対象としては立遅れの著しい動物

群であり、このことが我が国の底生動物群集研究の更なる発展を図るうえにおいて大きな障壁となっているのが現状である。折しも、最近の今島の一連の業績により、多毛類の分類体系は急速に確立されつつあるが（*IMAJIMA and co-workers, 1964, 1966a-e, 1967, 1972, 1973, 1975*）、この機会に多毛類に焦点を当てて底生動物群集をもう一度見直してみることが、今後の底生動物研究の発展に資するところがきわめて大きいものと考えられる。

このような観点から、筆者は1970年以来若狭湾周辺の諸海域を対象に、多毛類を主とした小型マクロベントスの生態的分布^{*}に関する知見を蓄積してきた。これまでの研究が、どちらかと言えば太平洋側の諸海域に偏っている現状においては、本研究は我が国日本海側

^{*} 地理的分布に対し、より小地域的な環境の異質性に対応した分布（菊池, 1981）。

沿岸部における底生動物群集に関する情報を提供するという点においても有する意義は小さくはない筈である。

ここではその結果をもとに、当海域内の各水域毎の動物分布の実態について詳述するが、同時に上述の諸成果を踏まえつつ、動物分布と底質型との関係や、内湾部から沖合にかけての多毛類種組成の変遷の過程を明らかにするなど、当海域の底生動物分布の特徴に関して総合的に論及する。

第2章 謝 辞

いうまでもなく本研究は多くの方々の御協力があった初めて成し得たものである。とくに筆者が本研究を始めるとき、かけを与えられ、かつ、研究を進める過程で多くの励ましと助言を賜わったばかりか、本稿の校閲の労までとられた京都大学農学部、岩井保教授に厚く御礼申し上げます次第であります。

また、本研究の大部分は京都府立海洋センター（前京都府水産試験場）および福井県水産試験場との共同研究の一環として行なわれたものであるが、本研究の意義を認識され、実現のために格別の便宜を図られた畑中正吉（前所長）、塩川司（所長）、小味山太一（前海洋生物部長）、加藤安雄（海洋調査部長）、清野精次（主任研究員）、浜中雄一（技師）、久米正直（調査課長）の各氏をはじめとする京都府立海洋センターの各位および丹

羽正一（前場長）、今岡要二郎（場長）、村裕（次長）、上野山清（資源課長）、安田徹（技師）、堀俊明（技師＝当時）の各氏をはじめ福井県水産試験場の各位に筆者の衷心からの謝意を表す。とりわけ、試料の採集にあたっては京都府立海洋センターの「サ－平安丸」（田辺真吾船長および鍵祐亮船長）、「平安丸」（杉山十六生船長）、「みさき丸」（広瀬其男船長）、福井県水産試験場の「福井丸」（中村昇一船長）、「若潮」（宮内絲雄船長）および京都大学農学部附属水産実験所の「緑洋丸」（中島義徳船長）などの各調査船のお世話になつたが、海上での困難な作業であつたにも拘わらず献身的に協力いただいた各調査船の船長および乗組員各位に謹んで御礼申し上げます。

一方、本研究で主に扱つてゐる多毛類の種の同定に関しては、国立科学博物館の今島実博士の御指導に負うところが多し。度重なる筆者の求めに快く応じられ、自ら種の同定に

携われる一方、筆者に多毛類の種同定に関する基礎知識を授けられた同博士の御好意に深く感謝の念をいだくものである。さらに多毛類以外の動物についても、茨城大学の森野浩博士（端脚甲殻類）や横浜市立戸塚高等学校の入村精一教諭（棘皮動物クモヒトデ類）をはじめ多くの方の協力を得た。各氏の御好意にも多謝する。また、本研究を進める過程で、東京大学海洋研究所の堀越増興教授には、とくに海洋生態学的な見地から数多くの示唆に富んだ御教示を載いた。ここに記して深謝する次第である。

最後に、京都大学農学部水産学教室の各位には、本研究を遂行する過程で種々の御協力をいただいた。なかでも、同教室の大学院生横山寿氏には調査時の協力ばかりでなく、研究を進めるうえで、筆者のよき相談相手として多くの貴重な助言をいただいた。横山氏をはじめ諸氏の御協力に対して衷心より謝意を表す。

第3章 調査海域および調査方法

第1節 調査海域

本研究の対象海域である若狭湾は本州日本海側のほぼ中央部に位置し、その海岸線は京都府と福井県の両府県にまたがる (Fig. 1)。京都府側の経ヶ岬と福井県側の越前岬を結ぶ線によって外海と区別され、総面積が2,570km²と日本海側では有数の大きな湾である (舞鶴海洋気象台海洋課, 1974a)。海岸線はリアス式の複雑な形状を示し、最西部に位置する丹後海をはじめ多くの支湾および付属湾を擁する。湾の水深は湾口中央部東寄りでも最も深く、260mを越えよか、60-100mの部分が全体の50%近くを占める (舞鶴海洋気象台海洋課, 1974a)。しかし、湾内西部の丹後海湾口部沖に冠島、小島 (沖ノ島) などの島群が存在するうえ、大小無数の堆礁群の発達により、海底地形もまたすこが複雑である (Fig. 1)。

とりわけ、經ヶ岬沖の白石礁、浦島礁や越前岬沖の玄達瀬などの巨大堆礁の存在（Fig. 62 参照）は、底層流をはじめとする湾内の海底環境に重要な影響を及ぼしていると考えられる。

海底の底質は、海底地形の複雑さを反映して泥、砂泥などが複雑に入り混じり、Fig. 2 に示したように、大きくみて西部の丹後海の中央部や支湾、付属湾の奥部で泥、湾中央部は細砂ないし砂泥底となり、湾内に散在する島や堆礁の周辺でかなり粒度の粗い砂質底となっている（新野，1950；舞鶴海洋气象台海洋課，1974a；海上保安庁，1980a,b）。なお、水域毎の詳細な粒度分布については後述する。

1955年から1969年にわたる15年余りの間の資料を用いて、若狭湾の平均的な海況変動について論じた舞鶴海洋气象台海洋課（1974a）の報告によれば、水温は表面で 10.1°C から 28.0°C の間で変動し、2月下旬に最低値を、8月中旬に最高値をそれぞれ示すが、水深100m以

では $10.8^{\circ}\text{C} - 17.5^{\circ}\text{C}$ の範囲の水温変動を示し、最低値は3月に、最高値は11月に認められる。しかし、このような水温の季節変動が認められるのはせいぜい水深100m程度までで、沖合の水深200m程度では 5°C 前後を中心に若干の変動が認められるものの、ここでの変動は季節とは関係なく、沖合の暖、冷水塊の消長の影響を受けた結果だという（桑原他，1979）。

一方、塩分は表層では 25.8% から 34.5% と変動の幅が大きい。が、水域により相違が著しく、由良川からの陸水の流入の影響を直接受ける丹後海で、流入量の多くなると2-3月および9月に最も低い値を示す（舞鶴海洋気象台海洋課，1974b）。しかし、このような由良川からの淡水の影響も丹後海に限られるようで、若狭湾の湾口部付近ではその塩分変動は沖合とほとんど変わらず（ $33.15 - 34.45\%$ ），また丹後海の内部でも、その影響はごく表層に限定されているようである（橋本，1973；舞鶴海洋気象台海洋課，1974b）。以下、水深10

m 層では 32.58 - 34.38%, 50 m 層では 33.50 - 34.58%, 100 m 層では 33.66 - 34.59% の範囲の塩分変動をそれぞれ示す。従来より日本海の表層部は、対馬暖流の特性を反映して冬から春にかけて高塩分化し、夏から秋にかけて塩分が低下するという、周期的な変動を示すことが知られているが、若狭湾海域も例外ではない。由良川からの河川水の流入を受ける湾西部を除いた主湾部では、8 月から 9 月にかけて最低値を示し、以後秋から冬にかけて上昇を続け、ほぼ 5 月に最高値に達した後、夏を経過するわけが二、三ヶ月の間に急減し、8 月から 9 月にかけて最低値に戻るパターンを繰返す（舞鶴海洋気象台海洋課，1974b）。そして、このような塩分の季節変動は、若干の周期的なずれを伴って水深 100 m 層前後まで認められるが、水深の増加とともに変動幅は小さくなるため、表層の塩分低下が著しい時ほど塩分の鉛直傾度が大きくなる。京都府沖合海域の塩分の鉛直構造の季節的推移を検討した

桑原他(1979)は、このような塩分の周年変動を、鉛直混合期(1-3月)、表層高塩分期(4-6月)、中層高塩分期(7月-12月)の3期に区分している。ただし、若狭湾内においては、中層に比べて表層の方が高塩分になる、いわゆる塩分傾度の逆転現象は通常は認められないようである。

一方、内湾、付属湾を含めた沿岸部の海況は、丹後海の例が顕著に示しているように、必ずしも上述の主湾部での変動パターンに従わないばかりか、それぞれ水域独自の固有の海況パターンを有しており、その全容の把握は容易でない。ここでは、内湾部でのほんの1例として、舞鶴湾の場合について簡単に記しておく。

Fig.3 は、京都大学農学部水産物理学研究室(1966)による湾内中央部沿岸(京大農学部附属水産実験所地先)の測点での水温、塩分の季節変動を示しているが、同図より、水温は各層ともほぼ同様の変動傾向を示し、8

月から9月に最高値を, 3月に最低値を示すことおよびその変動幅は 10°C 前後から 30°C 付近にまでわたり, 沖合に比べて変動幅が大きい様子などが読みとれる。また, 塩分は表層で変動が著しく, 15% 前後から 30% 前後の範囲を上下し, 6, 7月に最低値を, 10月に最高値をそれぞれ示す他, 2月ないし3月および5月に変曲点を有する別の小変動も認められる。このような複雑な変動パターンを示すのは, 陸水による直接の影響と, 対馬暖流団塊の変動の影響を合せて受けているせいであろう。水深2m層では, 変動パターンそのものは表層のそれによく似るが, 変動幅はかなり小さくなり, 8m層にはやはり周年を通じてほとんど安定し, $32\sim33\%$ 前後の塩分を示す。

第2節 調査方法

本報で扱う試料は、1971年4月20日から1980年5月19日にかけて行なわれた数次の調査において得られたもので、その対象水域は、内湾部の舞鶴湾、小浜湾、敦賀湾から若狭湾沖合の水深400mの水域に至り、若狭湾およびその周辺の諸水域を含む（Fig. 4）。各調査の調査年月日および調査方法の概略はTable 1に示した通りである。各水域とも、動物の分布状態の把握に支障の生じないように、ほぼ全域にわたって数十の調査地点を設定した他、別に動物分布と水深との対応をみるために、若狭湾内に設けた数本の定線の上に、一定の水深間隔毎に若干の調査地点を設定し、各地点で採集を行なった（Fig. 37a-c 参照）。

採集には大、小2種類のSMITH-MCINTYRE型採泥器を用いたが、原則として、小型採泥器は内湾部での採集に限り、風波の影響を強く受ける外湾部から沖合にかけての水域では、できるだけ大型採泥器を用いるようにした。また、

舞鶴湾を除く水域では、すべて各地点で複数の試料を得るよう努め、多くの場合、大型採泥器では各地点で2〜3回、小型採泥器では3〜5回の採集を行なった (Table 1)。

一連の調査では、採泥器により得た試料はすべて1mm目の網目で濾し、残留物をホルマリン固定して研究室に持帰り、動物を選別して70%アルコールに保存した後、計数、計量を行なったが、その際、個体数は原則として頭部のあるもののみを数え、また、計量の際は、動物を濾紙上に置いて余分の水分を除いた後、貝類は有殻重量を、多毛類その他については、原則として棲管を除いた値を求めて湿重量とした^{*}。なお、本研究では、

HORIKOSHI(1970) および HORIKOSHI et al.(1977) に従って1個

^{*} ただし、千マキゴカイ科多毛類の *Myriochele oculata* をはじめ、若干の種では、棲管の剥脱は困難を極めたため、棲管を含めて計量している。

体重 1 g 以上の大型個体は結果の検討から除外し、いわゆる小型マクロベントス (smaller macrobenthos) のみを対象にした。

採集動物の同定に関しては、前述のように、今島実 (多毛類)、波部忠重および菊池泰二 (貝類)、森野浩 (端脚甲殻類)、入村精一 (クモヒトリ類) の各氏の御教示を得た。また、ここで扱う多毛類の種名については、

IMAJIMA (1966-67, 1972, 1973), IMAJIMA and HARTMAN (1964), IMAJIMA and HIGUCHI (1975), USCHAKOV (1955), PETTIBONE (1966), DAY (1967), HARTMAN (1968, 1969), FOSTER (1971), FAUCHALD (1977) などの諸文献に従った。

ところで、1971年の舞鶴湾を除く各調査では、動物採集と同時に底質分析用の試泥も採取し、底質粒度や強熱減量値 (Ignition Loss) などを求めた。そして前者の場合、各地点の試泥を TAYLOR の標準篩を用いて湿式篩別を行ない、篩上残留部分の乾燥重量を求める一方、63 μ 以下の微細粒子については、BUCHANAN and KAIN (1971) のピペット法に従って各区画の乾燥重量を求めた。各地点の底質粒子を中砂以上の粗砂 (250 μ

以上), 細砂および極細砂 ($250-63\mu$), シルト・粘土 (63μ 以下) の3つの区画に分けて各区画毎の重量組成を求めた後, 佐藤 (1959) をわけかに改変した三角図表中に示すと, 各地点は Fig. 5 のように分布する。そして佐藤に準じて区分された国内の各領域を図のように表示することとし, 以後の底質型の記述ではすべてこの表示法に従うとする。

また, 強熱減量の測定は, 予め十分に乾燥させた試泥をマッフル炉において 800°C 前後で 3 時間熱した後, デシケーター内で自然冷却させて秤量し, 加熱前との重量差を 100g 乾泥あたりに換算して求めた。

第3節 調査方法の検討

底生動物群集の定量的な検討を行なう際には、一連の調査で得た値の信頼性が問題となる。したがって、本論に入るに先立ち、既往の諸知見をもとに調査方法の検討を行ない、この点を明らかにしておきたい。

今回、動物の採集に用いた SMITH-MCINTYRE 型採泥器は grab 型であるが、一般に grab 型の採泥器によって得た結果では、甲殻類などの表生動物 (epifauna) に関する情報が不正確だと言われている (MCINTYRE and ELEFThERIOU, 1968; 山本他, 1969; SMITH and HOWARD, 1972; CHRISTIE, 1976)。これは、頂部に水抜き窓を有し、他の grab 型採泥器に比して降下の際に shock wave を起こし難い特性を有すると言う SMITH-MCINTYRE 型 (WIGLEY, 1967) といえども例外ではないだろう。また、採泥深度に限界があるため、表層下深く潜る傾向のある種の採集が困難なのも grab 型採泥器の欠点である。しかし、これまでの底泥中での動物の生息深度に関する知見の圧倒的な部分は、底泥表層下 10 cm 以内、

それもほんの数cmのところにほとんどの動物が分布するとしており (谷田・奥田, 1958; SANDERS, 1960; HOLME, 1964; KEITH and HULLINGS, 1965; LIE and PAMATMAT, 1965; SANDERS *et al.*, 1965; BARNETT and HARDY, 1967; MCINTYRE, 1971; WOOD-IN, 1974), core samplerによって底表下60cmまで動物の分布が確認されているとは言え (CHRISTIE, 1975, 1976), 一般に, 底表下深く潜る動物は大型個体が多い (BARNETT and HARDY, 1967; SANDERS *et al.*, 1965)。したがって, SMITH-MCINTYRE型採泥器を用いた場合, 今回の研究対象である, いわゆる小型マクロベントスの"取りこぼし"はほとんど無視し得る程度とみなして差支えなからう。ただ, 本採泥器は底質の粒度によって biting profile にかなり差がみられる (GALLARDO, 1965; SMITH and HOWARD, 1972), 今回の一連の調査でも, 採泥器による採泥量は底質の粒度と明瞭な相関を示した (Fig. 6)。すなわち, 底質の細かいところほど採泥量が多く (14~20 l: 平均採泥深度 14~20 cm), 粗くなるにつれてそれは直線的に低下する。このように, 底質により採泥量が顕著に変化

する事実は、底質により動物の採集効率に差を生じる可能性のあることを意味する。とりわけ、底質が粗くなるにつれて動物の分布が垂直的に広がる傾向にある点（後述）を考慮すれば、砂質底での採集効率の低下は否めないが、前述のように、底泥表面下ほんの数cmのところに大部分の動物が分布しているとするならば、平均深度7cm以上の採泥が可能であったMd値1φを越える底質のところで、まあ十分に動物の採集が行なわれているものと考えられる。ただ、一連の調査では、水域により大、小2種類のSMITH-MCINTYRE型採泥器を使い分けているため、水域間の採集動物の比較を行なう場合、両型の採泥器でどれだけ採集能力に差があるかという点については一応検討しておく必要がある。そのため、丹後海および舞鶴湾での調査の際に両採泥器による採集を行なう割合を得た地点の試料を用いて、採集動物の比較を行なった。

比較を行なった地点はFig. 7に示した11地点。

で、ここではそれらを同のように沖合から内湾部に向って A-K と便宜的に呼んでおくことにする。各地点の水深および底質粒度は Table 2 に示した通りである。Table 3 には、両採泥器によって得た動物の種類数、個体数および湿重量を 0.1m^2 あたりに換算して示し、また、Table 4 には動物分類群別組成を示している。これらの表から明らかなように、St. K のような軟泥底においては、両採泥器によって得た種類数、個体数、湿重量の値にはほとんど差が認められないのに対し、湾口部付近の砂泥底の場合には、両者で湿重量の値に大きな相違が認められる (Table 3)。すなわち、Sts. B, D, G, I いずれの地点においても、小型採泥器によって得た値は、大型採泥器によるそれの半分前後ないしはそれ以下である。とりわけ St. I ではその差が著しく、ここでは種類数、個体数もまた小型採泥器によって得た値は、大型採泥器によるそれの $\frac{1}{2}$ 以下である。このような傾向は明らかに砂泥底における小型

型採泥器の採集効率の悪くも反映した結果に他ならないが、大型個体ほど深く潜入するという前述の指摘に注目すれば、湿重量の結果に特に大きな差が認められた理由も容易に理解できる。さらに、Sta. I のような砂泥底において種数、個体数にも顕著な相違が認められた事実から、ここでの動物群集の生息範囲の垂直的な広がりが予想される。一方、採集した動物の分類群別組成では、両採泥器で目立った差は認められず、ある程度移動力がありと考えられる小型甲殻類の場合でも、小型採泥器の採集効率が大型のそれに比べてむしろ劣るということはないようである (Table 4)。

また、湾口部からその沖合にかけての4地点 (Sta. B, D, G, I) において両採泥器によって得た多毛類の採集結果をもとに、その種組成の比較を行なうと、小型採泥器では大型採泥器に比べて *Myriochele oculata*, *Notomastus* sp., *Maldane cristata*, *Lysippe labiata* などの各種の採集数が特に少ない (Table 4)。 *Myriochele* のように極度に集中

分布の傾向の強い種では、採集にかなりの偏りが考えられるので、この結果だけからは何とも言えないが、他はいずれも比較的大型で底泥中にかなり深く潜入すると考えられる種である。

以上の結果をまとめると、小型採泥器を用いた場合、とくに砂泥底で生物量を著しく過小評価する恐れがあるうえ、場所によっては種数、個体数についても採集効率が劣る場合があり、とりわけ埋在性の傾向の強い種の効果的な採集が困難である。したがって、以下の結果の吟味に際しては、これらの点に十分考慮を払う必要がある。

一方、各地点でのサンプリングの規模に関しては、研究者によりその見解はまちまちである (HOLME, 1953; KIRKEGAARD, 1969; 山本他, 1970; MCINTYRE, 1971; WOODIN, 1974)。本研究の一連の調査では、ほとんどの地点で $0.15 - 0.3 \text{ m}^2$ の規模のサンプリングを行なったが、HOLME (1953) らの指摘からみれば必ずしも十分ではない。しかし、あえてこ

の程度のサンプリング規模に固執したのでは、各地点でのサンプリング規模の増加は、いそがし各水域の採集地点数の減少という代償を伴わせるを得ない物理的制約のもとでは、むしろ採集地点数の増加の方に努力を払った方が、各水域での動物分布の傾向を把握するのにより効果的であるとの判断によるものである。

篩別を用いる網目に関する検討は、すでに REISH(1959a) により行われており、網目の大きさとそれによって得られる種数、個体数、湿重量に関して彼は次のような関係を描いた。

- 1) ある地点に分布する動物の90%を得るのに適当な網目は、湿重量では1.4mm目、種類数では0.85mm目、個体数では0.27mm目である。
- 2) 1mm目の網目では種組成を論じるときは目が粗過ぎるが、生物量では93%以上採集される等である。また、WOODIN(1974)は0.5mm目と1mm目の2種類の網目を併用して採集動物の比較を行ない、種数では両者でほとんど差がな

いの (13種に対し212種), 個体数は1mm目では0.5mm目の網目で得られる数の40%しか得られないことも明らかにした。このように, 種数, 生物量が今回用いた1mm目の網目でほぼ90%程度の採集効率を示していると考えられるのに対し, 個体数の採集効率は50%以下のものである。したがって, 少なくとも個体数の比較の際には, 篩別に用いた網目にはとくに注意を向ける必要がある。最近,

SANDERS およびその共同研究者達が0.42mm目という細かい網目を用いているとはいえ, なお1mm目の網目の使用が主流をなす現状では, 他海域との比較に最も効果的であるとの理由で, 一連の調査ではすべて1mm目の網目を用いた訳である。

オ4章 舞鶴湾の小型マクロベントス群集

オ1節 調査海域の海底環境および調査方法

舞鶴湾は若狭湾の西部に位置する (Fig. 8a)。湾口部はすぐ西に由良川河口部と接し、幅1,000 m前後のかなり狭い湾口水道部と、湾口部の正面に位置する戸島の左右で東西に分れた2つの支湾部とからなる。1957年発行の海図 (海上保安庁水路部海図: 舞鶴港, 海図番号1167) ももとに作成した当湾の地形底質図 (Fig. 9) でみられるように、沿岸部の海底は急勾配の斜面となり、かなり湾の奥部に至るまで10m等深線が海岸線に接近している。しかし、ごく湾岸域以外はおおむね平坦で、湾内に散在する島の周辺部および湾奥部を除いて15m前後の水深を示すが、東支湾北岸沿いは比較的深く、20m内外のところもある。湾口部は湾岸付近を除いて25mを越え、三本松鼻沖で一部30mを越えるところすらある。

底質は、水深5m以深の水域でほぼ全般に前述の底質型区分でⅡ型に属する粘土質の泥底であるが、Fig. 8aに示した調査地点のうちではSt. 17, 20, 23および25の捻松崎周辺の数地点でかなり底質粒度の粗いところがあり、他の諸点とは少し異なった底質を示す。

最初の調査は1971年4月20日から5月10日にかけて湾内77地点について行ない (Fig. 8a), 大型のSMITH-MCINTYRE型採泥器を用いて各地点で1回ずつ採泥した (Table 1)。また、動物分布の季節変動パターンを明らかにするために、この77地点のうち湾口部、両支湾中央部および湾奥部にそれぞれ3地点ずつの計15地点を選定 (Fig. 8b), 各地点において1974年4月30日—5月2日, 8月5日—7日, 11月5日—6日および1975年1月27日—28日の各季節毎 (ただし、湾口部の3地点は春、夏の2回のみ) に、原則として3回ずつ大型採泥器によって採集を行なった (Table 1)。同時に、各地点の底質環境に関する情報を得るために、

春の調査で得られた泥サンプルの一部を底質の粒度分析に供した他、各調査毎に各地点の泥温、強熱減量値 (Ignition Loss) を求めた。さらに、当湾では底質中の硫化物量やCOD値なども環境要素として重要な意味を持っていると考えられるので、後の結果の検討のところでは、以前の調査において断片的に得られているこれらの資料も用いている。

第2節 動物群集 (春季相)

1971年の調査では、湾内77地点で188種、2,322個体の動物を得た。その内訳は、多毛類は85種866個体、貝類は43種1,076個体を数え、この両群で全採集動物種数の68%および全採集個体数の83%余りも占めてゐる (Table 6)。この他、棘皮動物が全採集個体の8%強にあたる196個体得られたが、甲殻類はきわめてわずかであり、採集個体数組成率が5%を越える地点は皆無であった。また、生物量組成でもやはり多毛類および貝類が抜きん出ており、両群で全生物量の60%を占める (Table 6)。

各地点での動物の分布状況を見ると、 0.1m^2 あたりの種数では2種 (St. 37) から30種 (St. 77) の範囲に、また、 1m^2 あたりの個体数では20個体 (St. 37) から2,890個体 (St. 77) の範囲に、生物量では0.9 g (Sts. 7, 8, 16) から84.3 g (St. 77) の範囲にそれぞれあり、きわめて変異の幅が大きい。しかし、いずれの場合もとくに高い値を示す地点は湾奥

部に集中し、湾口部から支湾中央部にかけては分布の貧弱な地点が多い。そして、同じ支湾中央部でも、西支湾部には分布の豊富な地点も多く存在し、ほとんどの地点で分布の貧弱な東支湾部とは好対照をなす。なかでも、稔松崎地先の Sts. 23, 26 などとりわけ豊富な分布がみられたが、ここは前述の底質の粗かうた地点にあたる。一方、湾口部は St. 1 で種数、個体数ともかなり高い値を示したのもはじめて、豊富な分布を示すのが西岸沿いの地点に限られ、Sts. 4, 5, 7, 9 など東岸沿いの諸地点では、いずれも分布が貧弱であったのは興味深い。

得られた動物のうち、最も採集個体数が多かったのは二枚貝のシスフガイ *Theora lubrica* で、全採集動物の 39.2% にあたる 910 個体を得られ、ついで無足ナマコの 1 種（トゲイカリナマコ *Protankyra bidentata* ?）が 175 個体（全採集動物の 7.5%）得られた。多毛類では *Notomastus* sp. *, *Prionospio ehlersi*, *Lumbrineris longifolia*, *Glycera chirori* (于ロリ)**、*Paraprionospio*

pinnata (ヨツバネスピオ)^{***}, *Tharyx* sp. A および *Polycirrus* sp. など¹が比較的多く得られた。

* *Notomastus latericeus* に似るが、才1剛毛節に腹剛毛を欠いている点で、本種とは明らかに区別される。

** 多毛類はなお標準和名を持たない種が多数あり、他の動物分類群のように和名表記を基本にすることが困難である。したがって、ここでは多毛類に関しては学名表記を基本とし、とくに和名呼称が一般的になっている種の場合はこのように併記することにする。

*** 最近、YOKOYAMA and TAMAI(1981)は我が国沿岸より得られ、従来本種と査定されてきたものには、互いに形態的に異なる4型を含み、それぞれ別種に分けられる可能性があることを明らかにした。彼等の指摘に従えば、舞鶴湾で得られたものはB型に相当する。

以上の各種の中で、シズクガイは出現頻度もまた最も高く、77地点のうち64地点に出現したが、個体数は圧倒的に湾奥部で多く、東支湾奥部のSt.77で2,140個体/m²の密度を示したのも最高に、東西両支湾奥部の諸点で1m²あたり500個体前後以上の高密度分布を示した(Fig. 10a)。また、無足アマコもかなり出現頻度の高い種で(51地点)、支湾中央部から湾奥部にかけて濃密な分布を示すが、とりわけ東支湾奥部の^{アムベシモ}余部下地先のSt.63を中心に密度が高かったのが注目される(Fig. 10b)。

Notomastus sp. は50地点で総計138個体得られ、多毛類では最も多く得られた種で、とくに支湾中央部から湾奥部にかけて多出した(Fig. 10c)。

Prionospio ehlersi は47地点で計111個体得られ、多毛類では前種に比べて多かった。後述のように、本種の主分布域は湾外と考えられながら、湾内でも湾口部から支湾部にかけてかなりの範囲に分布する(Fig. 10d)。

Lumbrineris longifolia は主に支湾中央部から湾奥部

にかけて出現頻度が高く、とくに西支湾中央部で多く得られた (Fig. 10e)。

この他、*Glycera chirori*, *Paraprionospio pinnata*, *Tharyx* sp. A および *Polycirrus* sp. などには、いずれもそのほとんどが東西両支湾の中央部から湾奥部にかけての地点で得られた。

一方、個体数はそれほど多くないが、上述の各種とはまったく異なる分布を示す種もみられる。クモヒトデ類のミヤジクモヒトデ *Amphioplus miyadai* と多毛類の *Magelona japonica* (モロテゴカイ) がその代表的な種であり、いずれも主に湾口部の諸点で得られた。とくに、*Magelona japonica* の分布は特徴的で、西支湾部では最奥部の St. 39 にまでわがかなから分布するが、東支湾部ではまったく得られなかった (Fig. 10f)*。

* 1974 年の調査では、本種は東支湾中央部の

St. 50 でもわがかなから得られたが、後述のように、

東支湾部ではこのあたりまでが湾口部の影響

が及んでいると考えられるところである。

ミヤジフモヒトデおよび *Magelona japonica* は 1974 年の調査でも湾口部の地点で集中的に得られており、この兩種は当湾においては湾口部に特徴的な種と考えられる。なお、二枚貝のヒメシオガイ *Cycladicama abbreviata* と十脚甲殻類のセジロウサキエヒ *Athanas lamellifer* も *Magelona japonica* と同じように、湾口部と西支湾部にのみ分布した。兩種はいずれも密度および出現頻度ともに低いのを指標種としての価値は劣るが、これらの各種の分布状態から、湾口部を経て西支湾部に及ぶ湾外水の影響がうかがわれる。

以上を示したように、舞鶴湾は全般に単調な動物相を示し、多く得られた各種はいずれも湾内に広く分布するが、それでも湾奥部に分布の集中する種（シズクガイ）、支湾中央部で出現頻度の比較的高い種（無足ナマコの一種、*Notomastus* sp., *Lumbrineris longifolia*, *Glycera chirori*, *Paraprionospio pinnata*, *Tharyx* sp. A, *Polycirrus* sp.）および湾口部に分布の偏った種（*Magelona japonica*, ミヤジフモヒトデ）など、分布様式の異なるいくつかの

型が認められる。この点に注目して、次に湾内各水域の動物分布の特徴について検討してみたい。

いま、湾内の全採集地点について、各地点での採集個体数中に占めるシズクガイの割合と、無足ナマコや比較的多く出現した前記の多毛類6種 (*P. ehlersi* を除く；以下これらをもとめて頻出多毛類と呼ぶ) を合せた割合とそれ以外の種類の割合の3者を三角図表上に示す (Fig. 11), 各地点は次のような4型に分けることができる。A) シズクガイの個体数が全個体数の50%を越えるところ, B) 無足ナマコと頻出多毛類との合計が50%を越えるところ, C) シズクガイ, ナマコおよび頻出多毛類を合せて50%を越えるところ, D) 上記A-Cのいずれにも属さないところ。このような各型の地点は互いにまじりあって分布するが、そのまじり具合から湾内を4つの乾ちゅうに分けることができ、それらをそれぞれの地点の型に対応させてA-D水域と呼ぶ。

と、Fig. 12 のような水域区分が可能である。
そして、各水域はそれぞれ次のような動物分
布の特徴を有する (Table 7)。

A 水域は、東西両支湾とも湾奥部の比較的
狭い範囲に限られ (Fig. 12)、シズクガイが著
しく卓越した、いわばシズクガイ優占区とで
も呼べるところである。この水域では総計 79
種の動物が得られ、全地点の平均個体数密度
は 786 個体/m² と他の 3 水域に比べて有意に高
い (Table 7)。また、0.1 m² あたりの出現種
数も平均 14.3 種と湾内では最も高い値を示す。
このように、ここは出現種数および個体数が
いずれも最も豊富なところであるが、シズク
ガイ 1 種が出現個体数の $\frac{2}{3}$ 余りを占めて著し
く卓越するため、群集の均等度 (equitability) は
高くない。シズクガイの他には *Notomastus* sp., ヒメ
カ / コアサリ *Veremolpa micra*, マメウラシマ *Ringicula*
doliaris, 無足ナマコが比較的多く得られたが、
いずれも 2.9% ないし 2.0% を占めるに過ぎない。
多毛類は総計 32 種が出現したが、*Notomastus* 以外で

は *Glycera chirori*, *Lumbrineris longifolia*, *Sigambra tentaculata* など
が主な種である。頻出多毛類6種の全多毛類
中に占める個体数の割合は全体で51%で、次
のB水域ほど高くない。

B水域は、西支湾部の戸島の背後や東支湾
部の北岸沿いおよび余部下地先の湾入部など、
支湾中央部の一部や湾口部東岸沿いに位置し
(Fig. 12), 無足ナマコや頻出多毛類が比較的
多く出現するところである。ここでは68種の
動物を得たが、平均個体数密度は210個体/m²
で、A水域に比べてかなり低い。また、0.1m²
あたりの出現種数の平均は9.0種と4水域の
中では最も低い値を示す。ここでは無足ナマ
コの割合が最も高く、19.0%を占め、つぎに
デシズクガイが17.1%、*Notomastus* が13.7%を占め
ている。多毛類は33種出現したが、このうち
頻出多毛類6種の個体数が多毛類総個体数の
70%を越える。なお、ここで優占する無足ナ
マコおよび頻出多毛類のなかでも、*Lumbrineris* は
西支湾部に、そして無足ナマコは東支湾余部

下地先それぞれ分布が集中し (Fig. 10 b, e), B水域は場所により種構成が微妙に異なる。したがって, ここはさらに細分し得るかも知れない。

C水域は, 西支湾部では和田地先より奥部に, 東支湾部では三ツ崎と長浜付近を結ぶ線より奥部に存在し, いずれの場合も A, B両水域を分けるように位置する (Fig. 12)。ここでは総計 59 種の動物を得たが, 各地点の平均個体数密度は 212 個体/m²であった。このうち, シズクガイが個体数組成で 24.2% を占めて最も優占的ではあるが, 無足タマコ, *Prionospio ehlersi*, *Notomastus*, *Lumbrineris* などもそれぞれ 8.8% ないし 5.9% を占める。多毛類は 28 種得られたが, 多毛類中に占める頻出多毛類の割合は 52.8% で, A水域の場合と変わらない。このように, ここは A, B両水域の特徴種を含んで移行帯的な性格を帯びており, この水域'に'くに特徴的な分布を示す種はみられない。

D水域は主に湾口部の水域を含み, ある

程度支湾中央部にまで入りこんでいる (Fig. 12).
 ここは湾外からの影響の強いところと考えられ、この水域の支湾部への広がりの様子が、湾外からの影響の及び方を示しているようで興味深い。ここで得られた動物は計115種にまわめて豊富であるが、各地点の平均個体数密度は188個体/m²と最も低い。*Prionospio eholersi* が全出現個体数の10.5%と最高値を示し、ついでシズクガイ 8.1%、*Lumbrineris longifolia* 6.4%であった。前述のように、*Magelona japonica* やミヤシクモヒトデはここに特徴的な分布を示し、さらに、*Pseudeurythoe* sp., *Poecilochaetus* sp., おおひ *Armandia simodaensis* (ガペンオリエリア) をはじめ、この水域にのみ分布の限られた種が29種を数えるなど、支湾部とはかなり種組成を異にする。頻出多毛類の全多毛類中に占める割合は27%とまわめて低い。

オ3節 季節変化

前節で、舞鶴湾の小型マクロベントス群集の春季相を明らかにしたが、ここでは1974年から1975年にかけて行なった調査結果をもとに、当湾での動物分布の季節変動について述べよう。

結果をFig. 13a-cにまとめている。図では、調査地点を湾口部、湾中央部、湾奥部の3水域にまとめて各水域毎に種数、個体数密度および生物量の季節変化の様子を示しているが、いずれの場合も春季に最高値を示した後、夏から秋にかけて減少し、秋に最低値を示す。そして、その後冬にかけてややかなから回復の兆候を示す。とりわけ、湾奥部で個体数密度および生物量が春から夏にかけて激減するが、これは主に軟体動物とくに二枚貝の激減によってもたらされたものであり、多毛類やその他の動物群の量的な変動の規模ははるかに小さい(Fig. 13b, c)。前述のように、当湾の二枚貝はそのほとんどがシズクガイによっ

て占められているが、1974年の春季には湾奥部でホトトギス *Musculus senhousia* の分布もかなりみられた (125.6 個体/ m^2)。そして、これら2種がいずれも春に最大分布を示した後、夏から秋にかけて急減する変動パターンを示し (Fig. 14)、春季以後のニ枚貝の分布の急減は、これら2種の季節的消長によってもたらされていることは明らかである。

一方、多毛類やその他の動物群では、総体としての季節変動はそれほど顕著でなかったが、種レベルではいずれもかなり明瞭な消長パターンを示し、しかもそれらのパターンはかなり多様である (Fig. 14)。たとえば、*Prionospio ehlersi* は冬から春にかけて増加の傾向を示し、シズクガイやホトトギスなにと同様に春に最高密度を示した後、夏にかけて急減するのに対し、無足ナマコノ1種や *Nephtys paradoxa* は春から夏にかけて高密度分布を持続し、秋以後減少する。*Lumbrineris longifolia*, *Notomastus* sp., *Glycera chirori*, *Tharyx* sp. A の各種はいずれも夏または秋に最大

分布を示し、冬から春にかけて個体数密度も低下させる。また、*Telepsavus costarum* (アシビキツバサゴカイ) や *Paraprionospio pinnata* は夏に最低密度を示した後、秋に密度の増加が認められ、以後、冬から春にかけてほぼ同じレベルのまま推移する。

これら各種の季節的消長パターンを水域別にみると、工に興味深い事実がいくつか認められる。Fig. 15 は、舞鶴湾で出現頻度の比較的高かった種を選んで、各種の季節的消長パターンをみたものである。図では各地点の結果を Fig. 8b で区分したような水域毎にまとめ示している。シズクガイでは、いずれの水域とも春に分布が豊富で、夏から秋にかけて少なくなる傾向を示すが、その間の減少の過程は、分布の中心である支湾奥部 (ⅢおよびⅤ) により緩やかであり、支湾中央部 (Ⅱ、Ⅳ) では逆に急激である。また、秋から冬にかけての個体数密度の増加の過程は奥部の方により速やかである (Fig. 15a)。しかし、同

じように春に分布のピークを示し、その後急減する季節消長パターンを示す種でも、分布の中心が外湾部にあると示えらる *Prionospio ehlersi* の場合は、春から夏にかけての急激な減少は東支湾中央部 (IV) の方より顕著であり、外湾の影響をより強く受ける西支湾中央部 (II) での減少傾向ははるかに緩慢である (Fig. 15d)。また、*Notomastus* sp. の春から夏にかけての増加は、東西両支湾の奥部 (III, V) で認められるもので、支湾中央部では周年を通じて密度の顕著な変動傾向は認められない (Fig. 15c)。そして、両支湾奥部の場合も、夏季に密度のピークを示した後、西支湾奥部 (III) では速やかに他の水域のレベルにまで減少するのに対し、東支湾奥部 (V) の方は秋まで高レベルのまま維持される (Fig. 15c)。

一方、秋に密度のピークを示した *Telepsavus costarum*, *Paraprionospio pinnata* や夏から秋にかけて密度のピークを示した *Lumbrineris longifolia* では、いずれも秋の東支湾奥部における顕著な増加傾向が特徴

的であら (Fig. 15 b, e, f).

第4節 論 議

第2節で当湾の堆積物底における春季の動物分布の実態を示し、主要種の分布傾向から湾内の水域区分も行なったが、このような区分は湾内の海底環境とどのように対応しているのか。

Fig.16 に、当湾でこれまでに得られた結果をもとに、底質の硫化物量、COD値および強熱減量値の分布パターンを示した。ここで引用した底質の資料はいずれも今回の調査を行なった時点以前に硫化物量および強熱減量値：1970年7月（小林・森，未発表），COD値：1960年7月（京都大学農学部水産微生物学研究室，1966）に得られ、調査時期も夏季に限られているので、これらの結果から直ちに動物の分布と海底環境との間の関係を論じることはできないが、いずれも動物の分布様式から想定した上述の水域区分とよく似た傾向を示す。なかでも、硫化物量および強熱減量値の傾向との対応は示唆的である。これ

によれば、シズクガイが卓越するA水域はおおむね底質100g乾泥あたり50mg以上の高濃度の硫化物を含んだところであり、また、頻出多毛類や無足ナマコの豊富なB水域は強熱減量値が高く、しかも硫化物の堆積のそれ程著しく、C水域にはほとんど対応してゐる。さうに、湾外からの影響が強いと示えられるD水域は、硫化物量および強熱減量値がいずれも湾内では最も低いところである。

このように、出現頻度の高い数種の分布をもとに行なつた当湾の水域区分は、湾内の海底環境をかなりよく反映したものと示さるゝようである。そこで、つぎに各水域別の海底環境について若干検討してみたい。

シズクガイの優占的な分布で特徴づけられた湾奥部のA水域は、硫化物の多量の存在で示されるように、まわめて底質の還元傾向の著しいところである。しかし、ごく河口寄りの地点では、COD値や強熱減量値はむしろ湾内では低めの値を示す。この点は、シズク

ガイの高密度分布域が底泥のC O D値、強熱減量値の高い水域と一致するという燃灘の例（菊池・田中，1976）とは若干趣きを異にしているが，隣接域に比較して有機物の堆積が多いと想定されるところであることには変わりはない。しかし，このような有機汚濁の著しいところでも春季にはシズクガイばかりでなく，他の動物も豊富にみられ，湾内泥底部の中で1地点あたり最も出現種数の多いところとなることは前述の通りである。同様の例は東京湾でも観察されており，冬の循環期を経ても生物量の回復が顕著で，強度汚濁域は10 m以深域に発達し，湾奥の千葉県幕張沖の浅所では貧酸素底層水の影響から免れて，むしろ富栄養水域となっている（堀越他，1974）。このような現象は，湾奥部では水深が浅いため陸水の流入や潮汐流などの影響が底層にまで及ぶが，夏季の成層期といえども表層水の鉛直混合が底層にまで達することなどにより生じるものと考えられる。

無足ナマコや頻出多毛類6種の割合の高いB水域は、西支湾部では中央部の沖合に、東支湾部では中央部北岸沿いから湾口部東岸沿いの湾入部にかけてみられた。支湾中央部の環境特性の地域差に関する指摘はすでにいくつかあり、たとえば、東支湾中央部の10m以深域では、南岸寄りの方が一般に高かんで、可溶性有機物が少ないが、その理由として、西支湾部から戸島の東南寄りの水道も通って東支湾中央部南岸沿いへの流れ込みの存在が想定されている（舞鶴海洋气象台，1960）。このように、支湾中央部の海底環境の地域差は、ここでの底層水の挙動の複雑さと密接に対応しているようである。B水域が支湾中央部でも一部の水域に限られ、しかも東西でその存在位置が異なるのも、次のように支湾内の流れの特性を考慮することにより理解できる。すなわち、東支湾中央部の北岸沿いや湾口東岸沿いの湾入部および余部下地先の湾入部は、いずれも外海に好して地形的に遮蔽度

が強く、湾外水の直接の流路からはずれてい
る（舞鶴海洋气象台，1960；オハ管区海上保
安本部，1974）。そのうえ、東支湾北岸沿
いから湾口東南部にかけては、周囲に比べて少
し深くなっており、底層水に淀みの生じやす
いところのようである。一方、西支湾中央部
では、湾岸域が支湾内を左旋回する湾岸水の
流路にあたっているのに対し、沖合部は戸島
の背後に位置して外湾に直接面しているばかり
か、むしろ流入湾外水による左旋流域の渦心
部にあたり（舞鶴海洋气象台，1960；オハ管
区海上保安本部，1974），周囲に比べて水の
動きの乏しいところのようである。

このように、ここでB水域と規定したところ
は、いずれも湾外からの影響を直接受け難
いうえ、底層水の停滞しやすい水域と考えら
れるが、硫化物量、強熱減量値あるいはC
D値が周囲に比べて幾分高い傾向を示すのは
これを裏づけている。したがって、当水域に
優占する無足ナマコや多毛類各種は、このよ

うな停滞域に特徴的な種と未えられる。ところで、ここは動物の分布パターンからみてさらに細分し得る可能性も先に示唆したが、硫化物量、強熱減量およびC O Dの傾向だけからはこれを肯定することはできない。しかし、水深10 m 尺のT-CIダイアグラムによる水塊区分で、東西両支湾に異なる水塊が存在することが確認されており（舞鶴海洋气象台、1960）、同じ日本水域でも東西両支湾で海底環境にかなり質的な差のあることは間違いないようである。

なお、松崎地先で種数および個体数ともかなり豊富であるが、種組成自体も支湾部の他の地点と異なり、*Paralacydonia paradoxa* や *Scoloplos* sp. A(?) など外湾域で出現頻度の高い多毛類（後述）をもかなり含んでいる。Magelona japonica の分布状態からも明らかのように、西支湾部は奥部にまで湾口部あるいは外湾の影響が比較的強く及んでいると未えられるが、松崎地先は底質がかなり粗かったことを考え合せ

と、ひとまわ底層水の動きが活発で、潮通しの良好なところのようで、ちょうど東京湾における中の瀬に匹敵するように思われる(堀越他, 1974)。

ところで、前節で示した動物群集の季節的消長は、海底環境の季節的変動とどのような対応をしているのであろうか。

Fig. 17 には、調査地点のうちの数点における硫化物量、COD値および強熱減量値の季節変動の様子を示している。このうち強熱減量値は底生動物採集時に得たものであるが、前二者は1972年から73年にかけて行なった底質調査の際に得たものである。したがって、季節変動パターンの年較差を考慮すれば、動物分布との厳密な対応関係の把握は困難であるが、少なくとも同図から当湾の海底環境の季節変動の概略はうかがえる。図から明らかに、最も顕著な変動を示すのは硫化物量であり、いずれの地点においても夏季に著しい値の増加が認められる。とくに、Sta. 38,

76% の湾奥部の地点では、100g 乾泥あたり 1,300 mg 前後の高い硫化物量を示す。しかし、どちらの地点も秋には 60mg 以下と春よりも値は低くなり、その後冬季にかけて幾分増加傾向を示す。したがって、当湾の湾奥部底泥への硫化物の過剰蓄積は主に夏季だけに限られた一過性の現象のようである。一方、底層水の溶存酸素量の変動に関してのまじまじな知見は、未だに得られていないが、これまでの断片的な資料から判断して、底泥の富栄養化傾向の著しい湾奥部といえども、夏から秋にかけて底層水の溶存酸素飽和度の急減を示唆する現象は認められない（小林・森，未発表；京都府，1973）。このように、当湾の湾奥部は有機物の過剰蓄積の結果、夏季には、底質は硫化物量の著増で示されるような顕著な還元状態を呈するが、これは一時的なもので、他の非調和型の内湾で認められるような顕著な無酸素域を発達させるまでには至らない。湾奥部におけるこのような底質硫化物の顕著

な季節変動は、当然そこでの動物の分布に重要な影響を及ぼしている筈であり、湾奥部に分布する種の多くが夏から秋にかけて著しい密度低下傾向を示すのも、夏季にみられる底質中の硫化物の過剰蓄積によってもたらされているところが大さうなのである。そして、秋に認められる *Paraprionospio pinnata*, *Telepsavus costarum*,

Ambrineris longifolia などの、主に新世代の加入によると思われる密度の著増現象は、湾奥部の海底環境の回復が速やかに進行することを裏づけるものにならう。

一方、当湾の動物分布の長期的な変化を明らかにするため、これまでの主な調査結果をまとめて比較したのが Table 8 である。前述のように、当湾の小型マクロベントス群集は季節的に著しい量変動を示すため、比較に際して調査時期の考慮はとくに重要である。

1961年に調査を行なった楠田他(1966)は、シズクガイも含む貝類の割合が、1946年に調査を行なった宮地他(1950)の結果に比べて

極端に低かったことに注目して、両調査の間の15年間に舞鶴湾の環境悪化が進行してゐると指摘したが、このような組成の差も、これら両調査の行なわれた季節が異なっていることと関係してゐる側面が大きいようである。すなわち、宮地らの結果が4月の調査で得られたものであるのに対し、楠田らのそれは7月末の調査によるものであるが、前節でみたように、当湾では夏季に貝類の激減がみられるために、夏季の貝類の密度は春のそれと比べて明らかに低い。したがって、貝類の割合が低かったことから、それを直ちに海底環境の悪化の兆候とした楠田らの指摘は当を得たものではない。

こゝで、ともに春の調査において得られた、今回の結果と宮地他(1950)のそれとを比較してみると、1971年の方が、単位面積あたりの個体数が $\frac{1}{4}$ に激減してゐる点および貝類の割合が相対的に低くなつてゐる点が注目される。当湾で卓越するシズクガイは燧灘の例が

うも明らかのように、発生量に著しい年変動があり（菊池・田中，1976），このような本種の発生量の変動が及ぼす結果として，当湾の動物個体密度およびそれに占める貝類の割合が年々大きく変動している可能性もある。

したがって，1971年の結果から単純に当湾の密度の経年変化を論じることには問題があるが，ちなみに，シズクガイを除いた残りについて比較した場合でも，1971年当時の密度は189個体/m²となり，宮地他（1950）の504個体/m²に比べて $\frac{1}{3}$ である。宮地らの報告では，篩別に使った網目の記載がないが，多分，田辺湾（宮地，1938b）の場合と同じく0.5mm目のかなり細かい網目を用いているものと思われる。今回の一連の調査ではすべて1mm目の網目を用いたが，この場合でも，0.5mm目の網目を用いた場合と比べて，採集効率の低下はせいぜい $\frac{1}{2}$ 程度と言われている（REISH, 1959a; WOODIN, 1974）。今回は宮地らの場合と比べて採集効率のほかによい大型の採泥器を用いていることを考

え合せると、この25年の間に当湾堆積物底の動物の密度はかなり低下していると考えられ、支えなからう。

最近、上田(未発表)は、当湾のフウコクトン相が過去20年余りの間に、*Chaetoceros* 型から *Skeletonema* 型へ移行しつつあることを認めている。フウコクトン相のこのような変遷は、環境の富栄養化に伴うものと見られており(丸茂・村野, 1973)、上田の指摘は当湾の富栄養化の進行を強く示唆するものである。ところが底生動物の場合は、宮地他(1950)の知見が貝類を除いては当湾の出現種を必ずしも十分に網羅したものでないために、現時点で動物相の変遷を正確に述べることは困難である。しかし、少なくともシズクガイの分布パターンが両調査でかなり異なっている点には指摘する必要がある。すなわち、宮地他(1950)の結果では、東西両支湾とも最大密度が認められるのは、湾奥部でも市街地から少し離れた、なな点であり、1971年の調査で著しく密度の

高かった市街地に接する地点ではそれ程多く
はなかった (Fig. 18)。当湾における本種の
大量分布は底泥の有機汚濁と関連があるとい
う前述の指摘に注目すれば、本種の濃度分布
域の変化は、湾奥部の海底の汚濁域の変遷を
示しているとも考えらるゝ興味深い。

第5章 敦賀湾の小型マクロベントス群集

第1節 調査方法および調査海域の海底環境

調査は1976年4月6日から8日にかけて福井県水産試験場調査船「若潮」により行なった。調査地点はFig. 19に示したように湾内に設定した43地点[うち数字表示の39地点は福井水試(1968)による底質調査の際に設定された140地点から選んだものであり、アルファベット表示の4地点は今回新たに設定したものである]であり、各地点で小型採泥器により2~3回ずつ採集を行なった。

Fig. 19からも明らかなように、敦賀湾は若狭湾の最も東寄りに位置し、東西両側を敦賀半島と越前海岸で縁とられた袋状の内湾で、湾口部の幅7km、湾口部から湾奥部に至る奥行き約12km、面積約46km²と若狭湾海域ではかなり大きな内湾の1つである。前述の舞鶴湾とは異なり、湾口部は広く外湾に開く。湾

内は比較的深く、湾口部では最大水深は50mを越え、また、20m等深線は湾奥部付近にまで達する (Figs. 19, 20)。20m以深域は湾全体の60%以上にも及ぶという。海底は西岸沿いでかなり急峻な地形を示すが、それ以外はおおむね平坦である。海上保安庁水路部発行の海図によれば、海底の底質は大きく3つに分けられ、内半部平坦底はほぼ泥底、外半部中央は砂泥底、湾口部の両側および内湾部のごく湾岸沿いは砂質底となっている (Fig. 20)。

底質粒度が比較的粗いことから明らかなように、当湾の底層水の動きはかなり活発なようで、Fig. 21aのような外湾水の流入に伴う湾内底層流の存在が想定されている (福井水試, 1967, 1968)。そして、このような外湾水の流入は、対馬暖流の季節的消長を反映して季節的にかなり変動があり、春から夏にかけて最も顕著であるが、秋以後徐々に弱まり、冬には外湾水の流入はほとんど湾中央部以奥には達しないという。以上が1968年当時

に福井水試により想定された当湾の底層水の動きの概要であるが、その後、1970年に湾口部西岸の浦底入江に面して原子力発電炉が設置されて以来、入江を通して冷却水の取水、排水を行ないつつ、断続的に稼働を続けている。これの底層水の動きに与える影響はきわめて甚大なものと考えられ、上述の底層流の挙動は、とくに湾口部付近を中心にかなり複雑になっている可能性があるが、最近の当湾の底層流の挙動に関する知見は相憎く手元に得ていない。

各地点の水深、Md値、粒度組成および強熱減量値をTable 9に、そして底質型の分布パターンをFig. 22に示している。各地点のMd値の等値線(Fig. 21a)のパターンからも明らかのように、当湾の底質粒度は湾口部で粗く、湾奥部平坦地で細かい。とくに、湾口部西岸や湾奥岸沿いの諸点でMdで 5ϕ 以下のきわめで粗い底質を示す。一方、湾奥部では大部分の地点で 5ϕ 前後の値を示し、とりわけ、西

岸部常宮地先の湾入部は6中近いMd値を示して最も底質の細かいところである (Table 9)。しかし、同じ湾奥平坦底でも、前述の底層流の流路にあたるSt.18では、Md値で1.38中と、うきわめて粒度の粗い底質を示す (Table 9)。このような湾内の複雑な粒度分布は、底質型の分布パターンにも反映し、Fig. 22 に示したように、種々の底質型が複雑に入り組む。外半部は砂質底が広範囲に広がるが、東岸沿いは細砂ないし極細砂が主体のⅠ型、そして西岸沿いは主に粗砂ないし中砂から成るⅢ₁、Ⅲ₂型によってそれぞれ占められ、東西でかなり底質は異なる。さらに、中央部には細長くV型の底質型が延びるが、これは内側に向うにつれて発達し、内半部のⅡ型の底質型へと移行する。内半部の大部分はおおむねこのⅡ型の底質型によって占められるが、沙岸寄りの浅所にV型ないしⅢ₁、Ⅲ₂型がみられる他、常宮湾内にはⅡ型が発達する。さらに、底層流の流路にあたりと想定される小崎から金ヶ崎

にかけてきわめて淘汰の悪い IV 型の底質型が II 型を分断するように延びるのが注目される。このように、当湾の粒径分布は湾内で想定されている底層流の流路をかなり正確に反映したのもとなっており、外湾水の流入に伴う湾内での底層水の挙動は、当湾の動物分布に及ぼす種々の海底環境要因の中で、かなり重要な位置を占めているものと考えられる。

強熱減量値は、湾口部西岸および金ヶ崎から松ヶ崎に至る東岸沿いの諸点、さらに湾奥西岸常宮地先の湾入部の諸点で 100g 乾泥あたり 6g 以上の高い値を示す一方、湾中央部西岸鈴ヶ崎地先の諸点や湾奥部の砂質底では 100g 乾泥あたり 3g にも満たない低い値を示した (Table 9, Fig. 21b)。

第2節 動物群集 (春季相)

各地点での動物の量分布の状況を Table 10 に示しているが、種数、個体数密度、生物量とも地点差が著しく、種数では 0.1m^2 あたり 12 種から 92 種^{*}、 1m^2 あたりの個体数密度および生物量ではそれぞれ 214 - 8,053 個体、1.9 - 103.2g の範囲の値を示す。種数分布では、湾口部の岡崎から黒崎にかけての東岸沿い、湾中央部の松ヶ崎から^{タエガサ}田結崎にかけての東岸沿いおよび湾奥南西部の井ノ口川河口域から弁天崎にかけての地先の地点でそれぞれ 0.1m^2 あた

* 小型採泥器の採泥面積は 0.05m^2 であ

るため、 0.1m^2 あたりの種数の算出にあ

たっては次のような方法を用いた。3

サンプルを得た地点では、2 サンプル

を組合せ 3 通りの組合せについて種

数を求めてその平均をとった。また、

2 サンプルしか得られなかった地点で

は、その両サンプルを合せて種数を数えた。

り70種を越える高い値を示し、逆に常宮地先の湾入部の2地点 (Sts. 28, 30) では、いずれも13種とすこぶる貧弱であった (Table 10, Fig. 23a)。このような種数分布のパターンには底質の粒度パターンと密接に対応し、豊富な分布を示す水域はおおむね砂質分に富んだところであり、貧弱な分布を示した常宮湾の2地点は湾内では最も泥深いところであり (Table 9, Fig. 21a)。個体数密度分布も種数分布の場合と同様、湾口から湾中央部にかけての東岸沿いの2水域および湾奥部南西岸地先の諸点において高密度分布域が認められ、いずれも1m²あたり4,000個体を越える。しかし湾口部における等値線のパターンは、明らかに種数分布の場合とは様相を異にし、最大密度分布 (8,053 個体/m²) はむしろ岡崎の北側のSt. 31で認められ、また、岡崎から対岸の浦底にかけて湾口部を横切るように高密度分布域の顕著な張出しが存在する (Fig. 23b)。一方、最低密度分布は種数分布の場合と同様、

常宮地先の湾入部の2地点で認められ、い
れも 1 m^2 あたり 400 個体にも満たない (214個
体/ m^2 , 367個体/ m^2)。生物量分布の場合も同
様に、 1 m^2 あたり 10 g を越える高い値を示す
地点が湾口から湾中央部にかけての東岸沿い
と湾奥部南西岸地先に集中する (Fig. 23c)。
最高値 ($103.2\text{ g}/\text{m}^2$) は湾奥の St. A で認められ
たが、これを除くと、他は高い場合でも 40 g
前後である (Table 10)。

各地点の動物群組成をみると、ほとんどの
場合多毛類が卓越し、端脚類を主体にした甲
殻類の卓越する2地点 (Sts. D, 95) を除いた
すべての地点において個体数組成率で 50% を
越える (Table 10)。しかし、当湾では貝類の
分布がすこぶる乏しく、 1 m^2 あたり 300 個体
を越える分布を示したのはわずか3地点 (Sts.
B, C, 103) に過ぎない (Table 10)。したが
って、以下では多毛類の分布を中心に述べて
いくことにする。

当湾の多毛類群集では、*Euchone* sp., *Polydora flava*

orientalis, *Prionospio ehlersi*, *Spiophanes bombyx*, *Pseudeurythoe* sp.,

Eunice indica および ?*Synelmis* sp. などがかくしく多く分布する種群であるが、これらを含めて出現頻度の比較的高かった多毛類各種の地点別の分布状況をみると、多くの種はかなり広範囲の分布域を有するが、大きくみて泥底と砂質底で明らかに種構成が異なるうえ、同じ乾ちゅうの底質の場合でも、量分布にかなり地域的な偏りが認められることが多い。たとえば、*Euchone* sp., *Polydora flava orientalis*, ?*Synelmis* sp. などは、その分布がいずれもほとんど砂質底に限定され、しかもその中でもある特定の地点で著しい集中分布を示す。そして、これらの集中分布域は互いに近接していても重複することはない。したがって、このような優占各種の分布特性に注目すれば、互いに優占種を異にするいくつかの水域に細分され得る。

Fig. 24 は多毛類を対象に、MORISITA(1959)の C_{λ} による各地点間の類似度を示した trellis diagram である。図から、泥底地点群と砂質底地点群が明

確に区別され得るが、両者はさらに細分され、結局、図に示したように、8つの地点群(A-H)に分けるのが妥当と考えられる。泥底の地点は、*Prionospio ehlersi* および *Magelona japonica* の2種の多毛類の優占的な出現によって特徴づけられ、各地点間できわめて高い類似性を示す (Fig. 24)。湾口部の2地点 (Sts. 122, 134) は、パラオニス科 (Paraonidae) 多毛類の *Aricidea neosuecica nipponica* の高密度分佈が認められるため、他の泥底地点との間の類似度はかなり低かったが、*P. ehlersi* および *M. japonica* がやはり種組成の高位を占め、基本的には泥底地点の種組成の特徴を示す。一方、砂質底地点は、*Spiophanes bombyx*, *Eunice indica* および *Pseudeurythoe* sp. の3種の多毛類の恒常的な出現によって特徴づけられているといえ、地点間の種組成の類似性は泥底のそれにくらべてかなり劣る。とくに、湾口部の諸点を中心にその傾向が強くなり、特定種の卓越の仕方によって6つの地点群に細分された (C-H)。

以上のようにして区分された地点群を地図上に示すと、当湾は Fig. 25 のように水域区分される。各水域毎の動物分布の特徴について以下に述べる。

A 水域は湾の内半部沖合の 15 m 以深の泥底を含む (Fig. 25)。Sta. 18 を除くこの水域のすべての地点の底泥は、シルト分が主体で Md 値は 3.5 ϕ を越える (Table 11)。底質型は II, II₁ 型ないしは V 型である。1 地点あたりの平均出現種数 (32 種/0.1 m²) および平均個体数密度 (1,249.9 個体/m²)、生物量 (7.68 g/m²) ともかなり食弱である。この動物群集は *Prionospio ehlersi*, *Magelona japonica* 両種の卓越が顕著であり、両者で全出現個体数の 40% 近くを占める (Table 11)。この 2 種に加えて無足ナマコの 1 種や多毛類の *Terebellides stroemi* (タマガシフサゴカイ), *Euchone limnicola* などもここで比較的出现頻度の高い種であり、とくに、Sta. 9 では後 2 者が最も高い組成率を占める (Table 11)。前述のように、ここは相対的に地点間の種組成の相違の

乏しいところであるが、それでも地点により若干の優占種の交代が認められる。たとえば、*Magelona japonica* は当水域のほぼ全域にわたって優占的に出現するといえ、卓越の程度は湾口部に近い方でより高く、湾奥部に向うにつれて密度の低下が認められる。卓越の程度は低いが、多毛類のイトゴカイ科 (Capitellidae)* の 1 種や *Magelona* sp. B** なども湾口部付近の方に偏った分布パターンを示す。また、常宮地先湾入

* 本種は頭胸部が 12 剛毛節よりなり、背剛毛は単剛毛のみ、腹部は才 1 剛毛節に剛毛を欠き、以下 10 節に単剛毛、才 12 剛毛節に鉤状剛毛を有し、新属新種として位置づけられるものであり（今島，私信）。

** 前口葉の前端の両側に 1 対の明瞭な角状突起を有する。また、体側部は前後隣り合ういぼ足を續がうように、明瞭な茶褐色縦帯を有する。

部の2地点 (Sts 28, 30) は多毛類の組成率が低く、代りに我が国沿岸内湾部有科汚濁域の典型的な指標種であるシズクカイが、組成率で高い位置を占める点で他の地点とは少し様相を異にする。

B水域は湾口の中央部に位置する (Fig. 25)。水深は36 m から43 m にわたり、湾内最深部を含む。底泥はかなり粗く ($Md: 2.76\phi - 3.61\phi$)、中砂や細砂が主体のI型ないしV型の底質型を示す (Table 11)。前述のように、ニニホパウオニス科多毛類の *Aricidea neosuecica nipponica* の卓越によって特徴づけられるが、*Magelona japonica*, *Prionospio ehlersi* もまた個体数組成で高い位置を占める (Table 11)。さらに、次のC水域で普遍的に出現する *Prionospio fallax*, *Spiophanes bombyx* などにも当水域の2地点のうちのどちらかで高い組成率を示す。

C水域は、湾奥部碎波帯の砂質底や、湾口部から湾奥部に至る東岸沿いに細長く延びる砂質底に位置する。水深は湾奥部では10 m を

越えないうが、湾口部に向うにつれて深くなり、
 最湾口部の地点では20mを越える。底質粒度
 は粗く、最も細かい地点(St. 44)でもMd値で
 3φをわずかに越える程度である。しかし、こ
 こは底質粒度の幅はきわめてなく、地点によ
 り底質の状態にかなり差が認められる。すな
 わち、最も粗いⅢ₂型の底質型を示す地点(Sts.
 B, C, 60)、中砂を主体にしたⅢ型の地点
 (St. A)、あるいは細砂ないし極細砂が主体
 のⅠ型の底質型の地点(Sts. 44, 58, 88, 105,
 132)なども含む。しかし、いずれの場合もシ
 ルト・粘土分が10%に満たないという点では
 一致している。ここは *Spiophanes bombyx*, *Eunice indica*
 および *Pseudeurythoe* sp. の3種の多毛類の優占的な
 分布によって特徴づけられている(Table 11)。
 けれども、このうちどれが最優占種になるか
 は地点によって異なり、特定の傾向は認めら
 れない。強いて言えば、*Spiophanes bombyx* と *Pseudeury-*
thoe sp. はほぼ全域にわたって組成率で高位に
 位置するのに対し、*Eunice indica* の高密度分布域

は、どちらかといえば湾の内半部の方に偏っている。*Glycera* の小型種、*Polydora flava orientalis*、タテフシゴカイ科 (*Maldanidae*) の1種 (*?Euclymene* sp.) や *Prionospio fallax* などにもまた当水域で比較的出现頻度の高い多毛類種群である。さらに、ここは小型甲殻類の組成率がかなり高い点も特徴の1つであり (Table 11), 湾中央部から湾口部にかけてのほとんどの地点で20%を越える。

D水域は湾口部東岸の岡崎から松ヶ崎にかけての湾岸沿いに位置するが、最湾口部の岡崎から対岸の明神崎に向けて湾口部を横切るように延びる舌状部を有する (Fig. 25)。水深は9mから37mにわたり、底泥のMd値は1.59φから3.14φの間に含まれ、皿型ないしO型の底質型を示すが、水深を含めて底質環境を示すいずれの要因についても、互いによく似た傾向を示す湾岸沿いの3地点と沖合の1地点 (Sta. 103) で著しい対照を見せ、当水域の底質環境の複雑さもうかがわせる。

当水域は、平均個体数密度 4,572.3 個体/m² と主わめて豊富な動物分布を示すが、セヤリ科 (Sabellidae) 多毛類の *Euchone* sp.* 1 種が個体数でここに分布する動物の過半数にあたる 59.7 % の組成率を示す。 *Spiophanes bombyx*, *Pseudeurythoe* sp. や *Eunice indica* など、前述の C 水域の優占種の出現頻度も比較的高いが、わけかに *S. bombyx* が 6 % 足らずの組成率を示すものの、他はいずれも 2 % 前後かそれ以下である。

E 水域は湾口部西岸の浦底入江のすぐ沖に位置する 2 地点 (Sts. 101, 117) を含む (Fig. 25)。この両地点の水深はそれぞれ 18m および 29m

* 本種は *Euchone incolor* HARTMAN, 1965 (HARTMAN, 1969)

に似るが、腹部剛毛節が 7 節である点、

鰓冠が 5 対からなる点および生息域が

砂質ないしは砂泥底である点などで、

E. incolor の記載とは異なる。新種の可能

性もあるという (今島, 私信)。

であり、どちらも底泥が粗く、1.08φから1.75φの範囲のMd値を示す。底質型はⅢ型乃至Ⅲ₂型である。0.1m²あたりの平均出現種数は39種、1m²あたりの平均個体数密度は3,370.0個体、生物量は15.5gをそれぞれ示すが、いずれも地点差がかなり大きい。動物群組成では、前述のD水域同様、多毛類の組成率がまわ立って高く286.5%にも及ぶ。ここでは、カギゴカイ科 (Pilargiidae) の1種と思われる多毛類、*?Synelmis* sp. が最も卓越し、個体数組成で50%を越える (Table 11)。*Pseudeurythoe* sp. や *Spiophanes bombyx* がそれぞれ9%前後の組成率を示して *?Synelmis* につぐ優占種となっている。したがって、他の砂質底水域と同様、ここも基本的にはく水域の1亜区として位置づけられるのかも知れないが、ここで卓越する *?Synelmis* が隣接する2地点 (Sts. 103, 115, 137) で若干の分布がみられる以外、他ではほとんど認められない事実から判断して、ここが湾内でかなり特殊な水域となっているものと思われる。

F水域は湾口の両岸に接して位置する2地点を含む (Fig. 25)。水深および底質粒度などはいずれも両地点の間で著しく異なり、東岸の地点 (St. 131) では浅く (5m)、底質粒度がやや細かく、細砂が主体をなすⅡ型の底質型を示すのに対し、西岸沿いの地点 (St. 137) はかなり深く (25m)、底質粒度も粗く、粗砂ないし中砂が主体のⅢ型の底質型を示す。このような地点による相違は動物の量分布についてもいえ、種数、個体数密度、生物量とも上限値は東岸沿いの地点で認められ、しかも後2者の場合には地点差は主として大まかい (Table 11)。ここでもやはり多毛類が80%を越えて著しく卓越するが、そのほとんどはスベオ科 (Spionidae) の *Polydora flava orientalis* 1種によるもので、本種だけで単位面積あたりに分布する総動物個体数の $\frac{2}{3}$ 近い組成率 (65.2%) を占める。他に介形甲殻類 (Ostracoda) のウミホタルの1種や、多毛類の *Euchone* sp. などが優占順位の高い種群であるが、*Polydora* を除いて2地点でと

もに卓越する種としては *Spiophanes bombyx* が挙げられるにとどまり、種組成の点でも地点差が目立つ。

G水域は、湾中央部東岸の黒崎の南側の湾入部の5m以浅の碎波帯に位置する1地点(St.D)を含み(Fig. 25), その底質はMd値が2.95中で、細砂が80%以上を占める、まわめ2湾赤のよいO型の底質型を示す(Table 9, Fig. 22)。このような底質の状態から、ここは波浪の影響を強く受けて底層水の動きがまわめ2湾赤なところと推測されるが、動物の生息には厳しい環境のようで、この動物分布は他の水域に比べてかなり特異な様相を呈する。まず、単位面積あたりに分布する種数、個体数密度、生物量はそれぞれ12種/0.1m²、914個体/m²、1.9g/m²といずれも格段に貧弱である(Table 11)。とくに、多毛類の分布の貧弱さが目立ち、わずか4種(*Neritoides* 属2種, *Nephtys* sp., *Glycera* sp.)を認めるのみで、これらすべてを合しても、単位面積あたりの個体数密度は30個

体/m²にも満たない (Table 11)。あまりに底層
 水の動きが激しすぎて、堆積物食者の多い多
 毛類にとっては必ずしも好適な食物条件にな
 っていないのであろう。そして、多毛類に
 代って端脚類を主とする甲殻類が個体数組成
 率で77%近くも占めて最も卓越する (Table 11)。
 このうち、最優占種は *Ampelisca miharaensis* および
Eohaustorius cheriferus で、単位面積あたりそれぞれ
 480 個体および 207 個体の個体数密度を示す。
 貝類も 11.7% と他の水域に比べて相対的に高
 い組成率を示し、ヒメカノコアサリは上記端
 脚類2種についで優占順位を占める (Table 11)。
Eohaustorius、ヒメカノコアサリおよび *Neritoides* な
 どで特徴づけられる種組成は、外湾の由良川
 河口域地先の砕波帯においても認められる
 (後述)、このような種組成パターンは、
 若狭湾周辺海域砕波帯細砂底の典型と見え
 う。

H 水域は、湾中央部西岸の鈴ヶ崎のすぐ南
 に位置する1地点 (Sta. 95) を含む (Fig. 2)。

底質は Md 値で 1.75φ を示し、粗砂、中砂が主体
 のかなり粗い砂質底（底質型：Ⅲ型）である
 が、採泥時にかかりアマモの枯葉を得たこと
 から推測されるように、Sta. 95 のすぐ沿岸寄
 りに発達するアマモ場の影響を強く受けた水
 域と考えられる。ここでの単位面積あたりの
 分布種数、個体数密度および生物量はそれぞ
 れ 29 種/0.1 m²、660 個体/m²、6.5 g/m² と算出され、
 かなり貧弱な動物分布の様相を呈したが、前
 述のように、採泥時に多量のアマモ枯葉の混
 入をみてゐるため、ここでの採集効率の低下
 に伴う値の過小評価の可能性は否定できない。
 動物分類群別の個体数組成率では、多毛類が
 61.7% を占め、ついで甲殻類が 26.2% を占め
 る。*Prionospio krusadensis* [= *Aquilaspio aucklandica* after FOSTER (1971)]
 （ミツバネスピオ）が 11.1% を占めて、ここ
 で最も卓越する種であるが、それについて 10
 % 前後の組成率を示す *Platynereis* sp.、ヨコエビ科
 端脚類の 1 種およびタナイス類の *アブカタナ
 イス* *Tanais cavolinii* はいはいずれも藻場にその主

生息場を有する種と言われ (WOODIN, 1974.; 岡田他, 1965), 種組成の面からも, ここがアマト場の影響を強く受けた水域であることが示唆される。

第3節 論 議

以上で述べたように、当湾の小型マクロベントス群集は泥底と砂質底で明確に区別され、しかも前者がほぼ全域にわたって *Prionospio ehlersi*, *Magelona japonica* 2種の卓越によって特徴づけられた。きわめて安定した種組成パターンを示すのとは対照的に、砂質底では湾口部を中心に非常に複雑な動物分布パターンが認められる点は十分に注目し得る。前節で区分した砂質底の各水域の海底環境諸要素の範囲は互いに大きく重複し (Table 11, Fig. 26), 今回の一連の調査を行なっている底質分析のレベルでは各水域を区分し得るに足る情報はほとんど得られなかっただけに、とりわけ興味深い。

このような湾口部の砂質底での複雑な水域配置はいずれも、*Polydora*, *Euchone*, *Synelmis* などの各種の種特異的な特定域への集中分布によってもたらわれているものであるが、このような現象は砂質底の環境特性に由来している面が強いと考えられる。

すなわち、砂質底というのは微細粒子の堆積も拒否するような一定の底層水の動きが想定されるところであり、砂質底群集は基底の砂粒の存在そのものよりも、そこで想定される底層水の動きの状態により強く支配されていると考えられる (SANDERS, 1958; McNULTY *et al.*, 1962; RHOADS and YOUNG, 1970)。たとえば、LEVINTON (1972) によれば、泥底群集は系内に存在する堆積物で食物供給が可能で、いわば自己完結的なシステムを有し、かつ、量的にもうかが制限因子となることもほとんどなく、かなり安定した群集であるのに対し、砂質底群集の多数を占める懸濁物食者は、その食物源を系外から移入してくる懸濁物に求めているが、食物供給が空間的にかなり不規則で、しかも一過性であるため、量的に他種との競合が深刻な問題となることが多いことなどもあって、砂質底群集はきわめて緩衝効果の乏しい不安定な群集であるという。敦賀湾の湾口部で卓越が著しかった上記の3種がすべて懸濁物食者とは考

えられないが、たとえば堆積物食者といえども
 事情は同じで、堆積的環境下には、砂質底で
 は餌料供給条件がかかり強力な支配因子とし
 て堆積物食者の分布に関わっている可能性は
 強い。このような LEVINTON の説を敷衍すれば、砂
 質底群集はわずかな環境の変化に対しても敏
 感に反応する筈であり、また、たとえば近接
 する水域であっても、その微妙な環境の相
 違に対応して、まったく異なる種組成の相
 呈することは十分にあり得ることである。
 とくに、当湾は湾口部を中心に底層流の挙動
 が複雑らしい。これは前述した通りであり、湾
 口部における複雑な動物分布パターンも、こ
 のような底層流の挙動との対応で解釈可能な
 部分が多い。たとえば、*Polydora flava orientalis* の濃
 密分布によって特徴づけられた F 水域は、明
 らかに底層を通いて湾内に流れこむ外湾水の
 流入経路にあたっている（Fig. 21a）、また、
 ?*Synelmis* の卓越によって特徴づけられた E 水域
 は、明神崎沖の小島群に隣接した海底地形の

複雑なところであらうえ、入江奥部に位置する原子力発電炉のための冷却水の取水および排水に伴う水の動きなども加わって、かなり特殊な水理条件下にあるに違いない。さらに、湾東岸の岡崎から松ヶ崎にかけての湾岸沿いに発達する *Euchone* sp. の卓越が顕著な D 水域の、対岸の明神崎へ向けての舌状膨出部の発達、湾口部東岸沿いに流入する外湾水分枝の鈴ヶ崎方向への転進に伴う岡崎周辺の沿岸水の引き込みの存在を想定することによって理解できる。

ところで、当湾では動物分布の季節変動を追う調査を行なうことができなかったが、湾口部の各水域における *Polydora*, *Euchone*, *?Synelmis* などの卓越はあくまでも春季の現象であり、季節の推移に伴いその種組成はかなり顕著な変動を示す筈である。上記3種のように、小型でしかも著しい卓越を示す種の多くは、経時的にきわめて消長の激しい生活史パターンを有する opportunistic species としてよく知られている（

GRASSLE and GRASSLE, 1974; 菊池・田中, 1976）。事実、春季

に同じような *Polydora flava orientalis* 優占区の認められた久美浜における同年調査の結果では、7月以降 *Polydora* の分布がほとんど認められなくなる（林・横山，未発表）。したがって、当湾の場合も、夏季以降動物分布パターンの顕著な変動は当然予想される訳であるが、しかし、このような動物分布パターンの一過性が、ここで行なった水域区分の価値をいささかなりとも低下させるものではないことは言うまでもない。

一方、当湾の泥底における種分布パターンでは、舞鶴湾で発達したシスツカイ優占域がほとんどみられず、代りに舞鶴湾ではごく湾口部で卓越したに過ぎなかった *Magelona japonica* が、湾奥部の泥底にまで卓越し、*Prionospio ehlersi* とともに当湾泥底部の代表的な指標種となつてゐる事実は、当湾泥底部の動物分布の特徴のすべてを示してゐるとも言つても過言ではない。相対的にシスツカイの組成率が高かつたのは、ゆづかに常宮湾内の2地点（

Sts. 28, 30) であり, それも *Magelona* や *Prionospio* の低下によつてもたらされた結果である。事実, この両地点での動物の分布種数および密度は, 泥底部の他の地点に比べて特異的に低かった (Table 10, Fig. 23a, b)。常宮湾での動物分布の貧弱さは以前にも指摘されており, ここにある貯木場で, 蓄材への動物付着を防止するために用いられている薬剤の影響によるものと推測されているが (福井水試, 1969), その当否はともかく, 筆者は, *Magelona*, *Prionospio* の分布が貧弱であるという点において, 当湾泥底部の他の地点と比べてかなり特異なここでの種組成パターンは, 外湾部に直接面しないという, この地形的特徴に由来するところが大まいと示している。Fig. 21a から明らかなように, 外湾から入りこみ, 西岸沿いに南下してまた底層流は, 常宮湾の直ぐ北の小崎で方向を東寄りに転じて対岸湾奥部の金ヶ崎付近に向うため, 常宮湾は外湾由来の底層流の影響を直接受けないばかりか, まわめて停滞

的な海底環境ですらあるらしい。このことは、
ここでひとまね細かい底質粒度を示した事実
がはっきり裏づけてゐる (Table 9, Fig. 21a)。

このようにみえても、*Magelona* や *Prionospio* の
分布は、外湾由来の底層水の存在と密接に関
係がありそうである。したがって、前述の舞
鶴湾ではごく湾口部に限られていた *Magelona*
japonica 優占区が、敦賀湾では湾奥部に至るま
で広範囲に広がっている事実は、くりもたみ
えず、当湾では外湾の影響が湾奥部にまで強
く及んでいることを示唆しているに他ならな
い。このことは、すでに当湾のフランクトン
相や海藻相の特徴から指摘されてゐる事実に
沿うものである (YAMAJI, 1954; TANIGUCHI, 1974)。このよ
うに、*Magelona japonica* (または *Prionospio ehlersi* も含め
る) の分布パターンは内湾部への外湾の影響
の及ぶ程度を知るうえでまねめて示唆的であ
る。

第6章 小浜湾の小型マクロベントス群集

第1節 調査方法および調査海域の海底環境

調査は1977年6月8日に、福井県水産試験場調査船「若潮」により行なった。調査地点はFig. 27に示したように、湾内に設定した39地点であり、動物採集には小型採泥器を用い、各地点で2回ずつ試料を得た。ただし、このうちSt. 4の試料は、後の研究室での動物選別の過程で一部流失したため、以下ではこの地点を除いた38地点の結果について述べる。

小浜湾は若狭湾のほぼ中央部に位置し、長軸17 km、短軸6 km、面積約60 km²と、若狭湾海域内ではかなり大きな支湾の一つである(Fig. 27)。湾口部は大島半島と内^{ウツミ}外海半島の両半島の東西からの張出しで狭い水道となるが、主湾部は両半島に深くかかえこまれた状態で東西に広がり、青戸入江をはじめ多くの湾入部を含む典型的な袋状の内湾である。湾奥の

東部寄りに北川および南川の2河川の流入を受け、湾奥東南部域はかなり広い範囲にわたって陸水の影響下にあると考えられる。水深は湾口部で35mを越え、主湾部では東西の湾入部を除き、10m等深線が海岸線に近接する。湾奥部中央に位置する蒼島をはじめ湾内の沿岸寄りに散在する多くの島群の周囲は、かなり込み入った等深線配置を示すが、主湾部はほぼ平坦な地形となっており（Fig. 27）。

Table 12には、調査地点の水深、底質粒子組成、Md値および強熱減量値を示しているが、各地点の水深は3mから37mの範囲にわたり、Md値は1.28φから6.70φの範囲の値を示す（ただし、Sts 18, 19をはじめ西側湾入部の6地点については、篩別途中での不手際により、正確な分析値が得られなかった）。また、強熱減量値は、100g 乾泥あたり28.35gという極端に高い値を示したSt. 2を除けば、2.4g から14.0gの範囲の値を示す。

湾内の底質型分布をFig. 28に示しているが、

大きくみると、湾口部と湾奥の河口域や島の周辺部で底質は粗く、湾中央部から湾入部にかけてはシルト・粘土分が主体の泥底となっている。しかし、さらに細かくみれば、同じ湾口部の砂質底でも、その性状は東西の地点でまったく異なる。可なり、西側の St. 27 では、Md 値が 1.52φ で中砂が主体の II₂ 型の底質型を示し、同じく粗く、中砂が主体のさらに粗い II₂ 型の底質型は蒼島周辺の St. 28 でみられる (Table 12, Fig. 28)。一方、湾口の東岸沿いの 2 地点 (Sts. 1, 3) の底質は、Md 値が 2.5φ 前後で 0 型の細砂が主体の底質型を示し、西側の地点よりはかなり細かい (Table 12, Fig. 28)。また興味深いことに、湾中央部の泥底においても、底質型は東西で明らかに異なり、東側の諸点が一律にシルト・粘土分が主体の II₂ 型の最も細かい底質型を示すのに対し、西側では湾奥部入江内の諸点に至るまで若干砂質分を含んだ II₂ 型の底質型が卓越する (Table 12, Fig. 28)。湾奥東南部の河口域周辺では、細砂およ

い極細砂が70-90%を占め、きわめて淘汰度のよいO型の細砂底が発達する (Table 12, Fig. 28)。また、敦賀湾とは異なり、当湾では、V型の底質型はわずかにSta. 24で認められるのみである (Fig. 28)。

一方、強熱減量値の分布パターンにも地域的な偏りが認められ、100g乾泥あたり10%を越える高い値を示すのは、湾口部から西側湾入部にかけての諸点に限られ、逆に、7%以下の低い値を示すのは、湾口部のSta. 3を除けば、すべて湾奥の東岸寄りの諸点である (Fig. 29)。

第2節 動物群集 (春季相)

各調査地点での動物の量分布の状況は Table 13 に示した通りである。各地点での動物の出現状況は、 0.1m^2 あたりの分布種数では16種 (St. 34) から59種 (St. 1), 1m^2 あたりの個体数密度では410 個体/ m^2 (St. 34) から13,020 個体/ m^2 (St. 35), 生物量では $1.2\text{g}/\text{m}^2$ (St. 2) から $178.5\text{g}/\text{m}^2$ (St. 39) の範囲にそれぞれわたっている。そして、これを地図上に示すと Fig. 30 のようになるが、図のように、種数、個体数密度および生物量の分布傾向はそれぞれ独自のパターンを示す。

種数分布では、湾口部と湾奥河口域の両方で豊富な分布のみられる、典型的な二極分布のパターンを示すのに対し、個体数密度分布では、湾奥河口域に、端脚甲殻類のクビトカスガ *Ampelisca brevicornis* の集中分布により、10,000 個体/ m^2 以上の極端な高密度分布域が存在し、湾口部から湾奥に向って単純な増加傾向を示す。一方、生物量は個体数密度の場合と同様

に、湾口部から湾奥部に向って値が高くなる傾向を示すといへ、最大値は Sts. 14, 39 などの湾入部の方で認められる。これは、湾入部にはホトトギス、イヨスダシ *Paphia undulata* などの貝類の高密度分布が認められたことによるものである。

種別の分布では、端脚甲殻類のクビナガスガキ、多毛類の *Polydora flava orientalis*、貝類のヒメカノコサリ、シズクガイなどが優占的に出現する種群であるが、これらを含めて比較的出现頻度の高かった各種の分布状況を Fig. 31 に示している。

ホトトギスは湾奥西部の若狭和田地先の湾入部入江に偏在し、最も奥部の地点 (St. 39) では 1,820 個体/m² という高密度分布を示す。また、*Terebellides stroemi* も湾入部入江に偏った分布を示すが、ホトトギスとは異なり、集中分布域は東西の入江に分れる。分布密度は低いが、*Sternaspis scutata* (タルマゴカイ) も東西の湾入部に分れた分布傾向を示す。一方、シズク

がイは東西の湾入部で集中的に分布するが、
 主湾部全域にわたってかなりの生息密度を示
 し、前記3種に比べて分布範囲は広い。ホヤ
 の1種 (*Ascidia* gen. sp. A) や多毛類の *Spiophanes kroyeri*,
Lumbrineris longifolia, *Nephtys paradoxa*, *Tambalagania fauveli*, *Sigambra*
tentaculata, *Prionospio ehlersi*, *Magelona japonica* の各種は主湾
 中央部に主分布域を有するが、前2者がどち
 らかといえは湾奥部のオに偏った分布を示す
 のに対し、他の種はすべて中央部に広く分布
 する。また、多毛類の *Spiophanes bombyx* は砂泥底と
 の関連で、湾口部と湾奥部にそれぞれ集中分
 布域を有する、いわゆる二極分布パターンを
 示し、*Polydora flava orientalis* は湾奥中央部の蒼島の
 西側の地点に集中的に分布する。さらにフセ
 ナカスガメ、ヒメカノコアサリ、多毛類の
Apoprionospio dayi は湾奥東部の河口域の細砂底に
 集中的に分布する。

以上のように、優占各種はそれぞれ種特異
 の分布パターンを示し、前述の敦賀湾の場合
 と同様に、各種の分布の地域的な不均質性が

著しい。このような分布パターンの特徴は、当然各地点の種組成に反映し、種組成を互いに異にするいくつかの地点群区分が可能である。ここでは、出現頻度が比較的高かった29種について KIMOTO(1967)のC π 指数を用いて各地点間の種組成の類似度を求め、MOUNTFORDの平均連結法による dendrogram を作成して地点群区分を試みた。Fig. 32 にその結果を示しているが、図から明らかのように、C π 指数で0.6前後を基準にすれば、いずれの地点とも高い類似度を示さない2地点 (Sts. 1, 28) を含めて都合のよい地点群にまとめられる。これらの地点群を地図上に示すと、Fig. 33 のような水域区分が可能である。これらの水域を図のようにA-Hと名付けると、各水域の動物分布の特徴は次のようにまとめられる。

A水域は湾奥西部の鴨居鼻から最奥部の和田港に向って細長く延びる入江内の水域であり、3地点 (Sts. 37, 38, 39) を含む (Fig. 33)。水深は4.0mから5.0mとほぼ一定し

であり、底質の Md 値は 4.63 から 6.95 の範囲に
 わたり、II 型の底質型を示すが（ただし、St.
 37 は不明）、奥部の方でより細かい底質とな
 る（Table 12, 14）。1 地点あたりの平
 均出現種数は 24.3 種/0.1m²、平均個体数密度は
 1,556.7 個体/m²、生物量は 81.3 g/m² の値を示
 すが、平均出現種数が全水域を通じて
 最も低いのに対して、生物量はホトトギスの
 卓越により最も高い値を示す。とくに、卓越
 の著しい最奥部の St. 39 で得た 178.58 g/m² は、若
 狭湾およびその周辺海域における一連の小型
 マクロベントス調査において得た値の中では
 最高値である。動物分類群組成では、軟体動
 物が 72.8% もの組成率を占めるが、そのうち
 ホトトギスが 53.1% も占めて、本種だけで全
 動物の半数を越える。シズクガイも 15.0% と、
 つまの用水域での場合と同程度の組成率を示
 すが、ホトトギスの卓越の著しさに隠れて
 はとくに目立たない。当水域の全地点におい
 てホトトギスは最優占種となり、とりわけ、

最奥部の St. 39 では $1,820$ 個体/ m^2 の個体数密度を示す。したがって、ここはホトトギス優占区に定義づけられよう。

B 水域は東西の湾入部に分れて位置し、13 地点 (Sts. 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 26, 27, 34, 36) を含む (Fig. 33)。各地点の水深は $4.0m$ から $24.0m$ ときわめて広い水深幅を示すが、底質の Md 値は 5.00ϕ から 6.70ϕ の範囲 (ただし、St. 18 をはじめ粒子分析を行なえなかった東側湾入部の 5 地点を除く) で、いずれもシルト分が 70% 以上を占める。底質型は II₁ ないし II₂ 型を示すが、この両者が東西にほど分れて分布する傾向にある点は前述の通りである。ここでの $0.1m^2$ あたりの平均出現種数は 26.5 種、 $1m^2$ あたりの個体数密度および生物量はそれぞれ 907.7 個体、 $99.9g$ を示し、とくに個体数密度は湾内では最も低い (Table 14)。動物分類群別組成では、多毛類の組成率が最も高い。これは、 47.3% にすぎないが、代りに、軟体動物の占める割合が相対的

に高い (26.9%)。そして、このうちの大部分がシズクガイによって占められ、本種の卓越がひとまわ著しい。他に、多毛類の *Lumbrineris longifolia*, *Terebellides stroemi*, *Prionospio ehlersi* やホヤの 1 種が 5% 以上の組成率を示して、比較的優占度の高い種群である (Table 14)。このうち、*Terebellides* やホヤの 1 種はかなりこの水域に集中した分布を示し、また、出現個体数は少ないが、多毛類の *Sternaspis scutata* もほぼこの水域に分布は限られる (Fig. 31)。ここではシズクガイが広く分布し、しかも卓越の程度が著しいので、シズクガイ優占区と定義し得るが、本種の場合も、密度分布の地域的な偏りが認められ、より細かい II₂ 型の底質型を示す東側の水域で高密度分布を示すのに好し、西側の水域の諸点では、シズクガイの卓越の程度はそれほど著しくはなく、組成率で首位の座を他種に譲っている例も多い (Sts. 9, 19, 26, 27, 36)。

この水域は湾口部から主湾部にかけて広がる

が、主湾部では外湾を見通せる中央部付近に限られ、湾入部への入りこみはまったくない (Fig. 21)。当水域に含まれる地点 (Sts. 5, 6, 7, 10, 11, 12, 20, 21) の水深範囲は 19.0 m から 26.0 m にわたり、底質の Md 値は 4.97 φ から 5.91 φ の範囲にある。ほとんどの地点でシルト分が 60% 以上を占める泥底で、B 水域と同様底質型は II 型ないし II₁ 型である (Tables 12, 14, Fig. 28)。ここでの 0.1 m² あたりの平均出現種数および 1 m² あたりの平均個体数密度はそれぞれ 27.1 種、912.5 個体を示し、後述の砂質底の各水域の場合に比べていずれも貧弱である。しかし、平均生物量は 9.88 g/m² に砂質底よりは高い値を示す。多毛類が個体数組成率で最も卓越する動物群で、65% 近い値を示すが、このうち 3 割近い、12.4% は *Magelona japonica* 1 種によつて占められる (Table 14)。ついで *Prionospio ehlersi* (9.2%)、シズクガイ (7.5%)、*Nephtys paradoxa* (6.0%) などがこの水域の優占種となっており、端脚類のフビツガスガメも 5%

しい組成率を占めてこれに続く (Table 14)。
 この水域に含まれる各地点の種組成パターン
 を検討すると、シズクガイ (Sta. 11) あるいは
Prionospio ehlersi (Sta. 12) がそれぞれ最も卓越する
 2 地点を除いて、いずれも *Magelona japonica* が最優
 占種となっており、明らかに *Magelona japonica* 優占
 区と呼べる水域である。しかし Fig. 32 から明
 らかなように、ここはさらに外半部 (Sts.
 5, 6, 7, 11) と内半部 (Sts. 10, 12, 20,
 21) とに細分が可能であるが、これは *Magelona*
 についでここでの優占種である *Prionospio ehlersi* の分
 布がかなり内半部の方に偏っていることによ
 りもたらされているもので、敦賀湾の A 水
 域でみられたのと同様の傾向がここでも認め
 られる記である。

D 水域は、前記の C 水域と湾奥東南部河口
 域細砂底の H 水域の間に、両水域を分けるよ
 うに東西に細長く延びる帯状の水域で、4 地
 点 (Sts. 22, 23, 24, 29) を含む (Fig. 33)。

水深は 0.0 m から 18.0 m の範囲に、そして、底

質のMd値は3.98φから5.18φの範囲にそれぞれわたり、Ⅱ、Ⅱ₁、Ⅴ型の底質型を含む (Table 14, Fig. 2P)。しかし、Sta. 24 と残りの3地点で底質の性状に大きな開きがあり、後者がいずれも水深15m前後、Md値5.0φ前後をそれぞれ示し、底質型もⅡ、ないしⅡ₂型であるのに対し、前者は水深8m、Md値3.98φ、底質型はⅤ型を示す (Table 12, Fig. 2A)。ここでの0.1m²あたりの平均種数は35.5種、1m²あたりの平均個体数密度は1,452.5個体、同じく平均生物量は32.9

gもそれぞれ示し、ここは泥底の中では比較的豊富な種数分布を示すところである。やはり多毛類の占める割合がとび抜けて高く、74.4%とほぼ $\frac{3}{4}$ 近い個体数組成率を示す (Table 14)。構成種はこの水域とほとんど変わらないが、*Magelona japonica* の優占度が著しく低下し、代わって、*Prionospio ehlersi* が全出現個体数の $\frac{1}{4}$ 弱にあたる22.5%の組成率を占めて、ここでも最も卓越する。他に、端脚類の7ヒナガスガキや多毛類の*Spiophanes kroyeri* がそれぞれ6%以上の組

成率を示してこれに続く。当水域に含まれる各地点毎の種組成をみると、*Spiophanes kroyeri* と組成率首位を分け合う ST 23 以外は、すべての地点で *Prionospio ehlersi* が圧倒的に卓越し、当水域は *Prionospio ehlersi* 優占区と呼ぶことができる。しかし、その他の種組成パターンには若干の地点差が認められ、とくに、他に異なる底質型を示した ST 24 では、特異的に多毛類の *Chone* sp. B* の濃密分布が認められ、*P. ehlersi* について高い組成率を示して注目される。

E 水域は ST 1 で代表される最湾口部の水域で、当湾最深部を含み (ST 1 で 37.0m)、底質

* 本種は現時点では種名は不明であるが、次のような形態的特徴を有する。

鰓冠は♂対の鰓系からなり、それぞれの鰓系の先端は系状に延長する。胸節は 8 節、腹節は 40 節前後。才 2 剛毛節に環状に取巻く腺質帯を有する。棲管表面は砂粒でおおわれる。

は Md 値が 2.79φ, 細砂および極細砂が主体の 0 型の砂質底である。0.1m²あたりの出現種数は 59種, 1m²あたりの個体数密度および生物量は 1,640個体, 4.7g をそれぞれ示し, 種数分布は 8 水域中最も豊富である (Table 14)。また, 動物分類群別組成では, 多毛類が 72.0% の組成率を占め, ついで甲殻類が 11.0% を占める。ここでの最優占種は多毛類のツサゴカイ科 (Terebellidae) の 1 種で, 10.4% の個体数組成率を示す。そして同じく多毛類の *Ditrupa* sp. および *Prionospio* sp. A がそれぞれ 6% 余りを占めてそれぞれにつぐ。さらに, *Mediomastus* sp. や *Aricidea neosuecica nipponica* なども 4-5% の組成率を示して, ここで比較的優占する種群である。甲殻類では端脚類の *Synchelidium miraculum* が 3.7% の組成率を示す。

F 水域は同じく湾口部に位置し, A 水域の直ぐ内側に接する (Fig. 33)。2 地点 (Sts. 2, 3) を含む。この両地点の水深範囲が 13.0 m から 27.0 m とかなり広範囲にわたる (Table

14)。底質も両地点でまったく異なり、西側の Sta. 2 が Md 値 1.52 中で中砂が主体の III₂ 型の底質型を示すのに対し、東側の Sta. 3 は Md 値 2.40 中で細砂が主体の 0 型の底質型にほとんど占められ (Table 14, Fig. 24)。出現種数、個体数密度、生物量の平均はそれぞれ 39.0 種/0.1m²、1090.0 個体/m²、5.88 g/m² を示すが、底質型の場合と同じく両地点での値の差が大きく、いずれも沿岸寄りな Sta. 3 の方が高い値を示す。前述の A 水域の場合と同様、生物量の値が互いにくみあう種数が多いが目立つ (Table 14)。動物分類群別組成では、多毛類が 46.8% と最も高い組成率を示すものの、A 水域とは異なり、甲殻類の占める比重がかなり高い (35.8%) のがこの特徴である。ここでの最優占種は多毛類の *Spiophanes bombyx* で、組成率で 11.5% を占める。ついで甲殻類の *Synchelidium miraculum*、多毛類の *Glycera* sp.、星口動物の 1 種 (*Sipunculoidea* gen. sp.)、多毛類の *Pseudeurythoe* sp. などがそれぞれ 5% 弱から 2% 余りの組成率を示してこれに続く。種組成の点

でもやはり当水域に含まれる2地点は著しく異なる様相を呈し、両地点で共通の最優占種である *Spiophanes bombyx* を除いて、両地点共通の出現種はきわめて限られ、そのうえ、最優占種の *S. bombyx* の場合もその生息密度は両地点で大きく異なる (St. 2: 30 個体/m², St. 3: 220 個体/m²)。結局、ここは *Spiophanes bombyx* 優占区と規定し得る水域である。

G 水域は、湾奥中央部に位置する蒼島周辺の水域で、St. 28 で代表される。底質の粒子はきわめて粗く、たとえば St. 28 の底質の Md 値は 1.28φ、粗砂および中砂が主体のⅢ₂ 型の砂質底である (Table 12, Fig. 28)。St. 28 で代表される当水域での 0.1 m² あたりの出現種数は 43 種、1 m² あたりの個体数密度および生物量はそれぞれ 9,420 個体、50.2 g である (Table 14)。動物分類群別組成では、多毛類が 93.5% もの高率を示すが、そのうち 86.6% は個体数密度で 8,160 個体/m² という濃密分布を示した *Polydora flava orientalis* によって占められる。 *Pseudeurythoe* sp., 至

形ウエの1種 (*Echnoidea* gen. sp.), *Euchone* sp. などにか
これに続くが, いずれも組成率は2%強以下
を示すに過ぎず, ここは典型的な *Polydora flava*
orientalis 優占区である。

H水域は湾奥東南部河口域沖合に位置し,
6地点 (Sta. 25, 30, 31, 32, 33, 35) を含む (Fig. 33)。各地点の水深は3.0mから13.0mと
かなり広い範囲にわたるが, 底質のMd値の方は
3.17φから3.65φの間に含まれ, いずれも極細砂
が6割以上を占めてよく淘汰されたO型の底
質型を示して, 底質の性状に関する地点間の
相違はほとんど無視し得る。0.1m²あたりの平
均出現種数は36.2種, 1m²あたりの平均個体
数密度および生物量はそれぞれ8,280.0個体,
46.6gを示す (Table 14)。しかし, ここは底質
の性状が一様な割に動物分布の地点差が大き
く, 種数, 個体数分布とも河口に接するSta. 25
で最も貧弱である。動物分類群別組成では,
甲殻類が79.1%もの高率を示して著しく卓越
するが, そのほとんどは端脚類のフビトガス

ガスによつて占められてゐる (76.9%)。本種
 は St. 25 を除くすべての地点で圧倒的に卓越し、
 St. 35 では 13,020 個体/m² の高密度分布を示した。
 ついでヒメカ / コ P サリが高い組成率を占め
 (9.7%)、St. 25 で 1,430 個体/m² の個体数密度を
 示して最も卓越する他、残りのすべての地点
 で 2 位ないし 3 位の優占順位を占め、クビナ
 ガスガスと同様、当水域に特異的に分布の集
 中する種である。また、生息密度はそれほど
 高くないが、スベノ科の *Apoprionospio dayi* も St. 25 を
 除く全地点で出現する。このように、ここは
 クビナガスの著しい卓越によつて特徴づ
 けられたクビナガス優占区と呼べる水域
 であるが、ヒメカ / コ P サリ、*Apoprionospio dayi* 等
 と、当湾の他水域ではほとんど分布がみられ
 ない各種の頻出により、他水域とはかなり様
 相を異にする種組成を示す。

オ 3 節 論 議

当湾の底生動物相に関する調査は、すでに30年以上前に一度、波部らにより行なわれてゐる（波部他、1946）。ここでは、その結果と比較しつつ当湾の動物分布の変遷について、まづ検討してみる。

Table 15は両調査の結果を比較したものであるが、このTableでまづ眼につくのは、両調査の間で平均個体数密度および平均生物量の値に大きな隔たりがある点である。しかも、舞鶴湾の場合とは対照的に、筆者が得た結果は、前回のそれと比べていずれも3倍以上の高い値を示す。波部らが行なった調査と筆者が行なった調査は、調査時期、採泥器の種類、篩別に用いた網目の大きさ（報告の中には明記されてゐないが、彼等の一連の調査に準じているものと思われる）等、いくつかの点で重要な相違があり、両結果を単純に比較することはできない。波部らが得た値が著しく低かった点では、季節的に動物の減少の著しい晩

夏の調査で得られたものであることや、SMITH-MCINTYRE 型に比べてかなり採集効率の劣る EKMAN-BIRGE 型採集器によつて得られた結果であることも大いに関連がある筈である。しかし、かりに春から夏にかけての動物の減少が、本章のみに舞鶴湾で最も著しかつた湾奥部の場合と同程度（春の個体数密度の約 $\frac{1}{2}$ に減少）であつたとしても、彼等が篩別非常に細かい網目を用いてゐるとするならば、30年余り前に比べて最近の方が動物分布がはるかに豊富である可能性は高い。ただ、今回得られた平均個体数密度の2,436.8個体/m²のうち、約半分は端脚類のフヒナガスガキと多毛類の*Polydora flava orientalis*の2種によつて占められており、こゝろ兩種の消長が当湾の分布動物の平均個体数密度の値に大きな影響を及ぼすことは避けられない。したがつて、今回得た値の再現性についてはなお問題のあるところであり、これもまた両調査でゝる値の相違を単純に動物分布の経年変化として評価できない理由の1つである。

ある。しかし、舞鶴湾の場合とは異なり、少なくとも当湾では、過去30年余りの間に動物分布の貧弱化を示唆する事実ほまつたく認められなかったとは言えることができよう。

また、波部らは動物分布をもとに当湾の水域区分を行ない、各水域をそれぞれの優占種の名を冠した群集区として規定している* (Fig. 34)。その結果は、彼等が情報量の不足を理由に除外した湾口部を別にすれば、大筋で今回の結果とよく似た傾向を示しており、湾内

* 群集の扱え方については従来より諸

説が入り乱れており、この点の吟味の

は、安易な記述はいたわらうに混乱を招

く恐れがある。筆者は、互いに関わり

合いも存する種群のまじまりという群

集の基本概念を重視すれば、各湾の小

区画毎にそれぞれ別々の群集が存在す

るという考え方が妥当なものとは考え

ない。

の水域区分パターンが過去30年余りの間に基本的にほぼまったく変化していったことも示唆している。しかし、優占種の大幅な交代 (Table 15) も反映して、各水域の優占種には両結果でかなりの相違が認められる。とりわけ眼につくのは、多毛類の *Ditrupa* sp. の分布域の消長である。波部らの結果では、主砂中央部にかなりの範囲に本種の優占区が存在していた (Fig. 34) のに反し、筆者の得た結果では、本種の分布は最湾口部の St. 1 に限られていた (Table 14)。別に筆者らが若狹湾沿岸部を好象に、周年を通じて行った小型マッコロベントスの分布の季節変動に関する調査 (後述) の結果によれば、*Ditrupa* sp. は春に最大密度分布を示し、夏以降減少する季節変動パターンを示す。したがって、筆者の得た結果で、本種の分布域が以前に比べて著しく湾口部に限られているという事実は、調査季節の相違による結果としては理解できない。当湾で高密度分布のみられた St. 1 が細砂が主体の砂質底であり、逆

に主湾中央部の諸点がおおむね5m前後の底質Md値を示した点 (Table 12) に注目すれば、過去30年余りの間における本種の分布域の内湾部からの退縮傾向は、当湾主湾部の泥底化の進行を示唆しているとも考えられ、きわめて興味深い。

以上に、若狭湾海域の代表的な支湾である舞鶴湾、敦賀湾および小浜湾の小型マッコベントス群集について、主に春季相を中心に分布の実態を述べたが、最後に3湾の動物分布の比較検討を行ない、各湾の動物分布の特徴をより明確にするとともに、若狭湾海域内湾部における動物分布の一般的性状を明らかにしたい。

Table 16 には3内湾の小型マッコベントス群集の単位面積あたりの平均種数、個体数密度および生物量を示し、また動物分類群別組成も比較してゐるが、種数および密度では敦賀湾で最も豊富な分布がみられ、生物量では、小浜湾でとびぬけて高い値を示した。逆に、

舞鶴湾ではいずれの値ともきわめて低く、他の両湾とは対照的な量分布パターンを示す様子も、この表からはっきり読みとれる。とくに、敦賀湾および小浜湾では採集効率の劣る小型採泥器を用いている点も考慮すれば、舞鶴湾と他の両湾との間の種数、密度および生物量の値の相違は実際にはさらに大なるものである筈である。また、敦賀湾と小浜湾の場合、前者は種数および密度でより高い値を示すにもかかわらず、生物量の値が著しく低いのが注目される。これは、砂質底が湾口部を中心に広範囲に広がる同湾では、砂質底には小型種の分布が卓越するという後述の傾向を反映した結果である。このように、各内湾の動物群集の量分布パターンは、それぞれ特徴的な様相を呈するが、同じことが動物分類群

* ただし、砂質底のみに限れば、むしろ

小浜湾の方がより高い密度分布(5.87%5

個体/m²)を示した(後述)。

別組成についても言える。湾奥部を中心にシズクガイの高密度分布域を発達させる舞鶴湾では、二枚貝を主とする軟体動物が $\frac{1}{2}$ 近くの組成率を占めて最優占動物群となっており、これに対し、湾口部で多毛類数種の卓越が著しかった敦賀湾では、多毛類が70%以上の高率を占めて他を圧倒する。また、湾奥河口域にクビナガスガキの高密度分布のみうけた小浜湾では、甲殻類の組成率が $\frac{1}{2}$ 近くを示しても最も卓越する動物群となっている。

一方、Fig. 35 には若干の多毛類について、3湾での出現状況を示している。数ある多毛類各種のうち、図では比較的出现頻度の高い40種に限って示しているにもかかわらず、最も出現種の豊富な敦賀湾から小浜湾、舞鶴湾へと移るにつれて、出現種が次第に少なくなっていく様子が明らかである。なかでも、出現頻度の高い種に限った場合の、舞鶴湾における分布種の食羽エビとリウレエビ的印象的である。このような分布種の食羽エビは、主に砂質底分

布種の欠落ないしは痕跡的分布によってもに
 らされておき、他湾とは異なり砂質底がほと
 んど発達しないという、この底質環境の特
 異性も一義的に反映したものであろうが、同時
 に *Magelona japonica*, *Magelona* sp. B, *Sternaspis scutata*, *Terebellides*
stroemi, イトゴカイ科の1種などのように、他
 湾の泥底には頻出するにもかかわらず、舞鶴
 湾ではまったく分布しなかったり、またはや
 わめと限られた分布も示す種もかなり多く存
 在する事実は、分布種の食餌などが、地形的要
 因をはじめとする他の環境要因にも強く支配
 された結果もたらされていいるものであること
 を示唆している。

前述の通り、本報では各内湾をそれぞれい
 くつかの水域に区分し、各水域毎に動物分布
 パターンを詳述したが、最後にこれらの結果
 をもとに、若狭湾海域の内湾部の動物分布パ
 ターンの類型化を試みた。その結果は Fig. 36
 に示している。

舞鶴湾奥部の A 水域（以下 MA と略記）や

小浜湾奥部入江のA水域(OA)はともにシズクガイやホトトギスの著しい卓越で特徴づけられ、同じ軟底やうに含め得る水域である。ただし、これら2種の卓越の仕方にかなり相違が認められる点は注目すべきである。すなわち、前者がかなり恒常的に卓越するのに対し、後者のホトトギスの場合には、舞鶴湾でみられたように、年による出現パターンの相違が著しい(p.47参照)。このように、シズクガイおよびホトトギスは若狭湾海域内湾奥部の有村汚濁域の典型的な卓越種であるが、恒常性に欠けるホトトギスは指標種としての価値はより低い。次に、同じくシズクガイが最優占種となっている小浜湾のB水域(OB)もMA, OA両水域に近いが、ここでのシズクガイ組成率がかなり低い(19.9%)。むしろ、*Lumbrineris longifolia*, *Prionospio ehlersi*などの共存に注目すれば、舞鶴湾のB水域(MB)やC水域(MC)の種組成パターンに近いと言える。一方、敦賀湾ではこれに近い種組成パターン

は、常呂湾の2地点で認められたが、これら
を他の泥底地点から区別し得るほどシズクガ
イの密度は高くはなく、総じて敦賀湾はシズ
クガイ優占区の発達が悪く、ところである。

逆に小浜湾や敦賀湾の泥底は、*Magelona japonica*,
*Prionospio ehlersi*の頻出で特徴づけられ、敦賀湾の
A水域(TuA)や小浜湾のC水域(OC)は
その典型である。これら両種は、シズクガイ
やホトトギスのように顕著な濃密分布を示す
ことはないが、水域のほぼ全域にわたって恒
常的に出現し、水域指標種としての価値はま
わぬと高い。とくに、*Magelona japonica* は3湾でま
わりの特異な分布パターンを示して注目され
た。本種の分布が外湾の影響の程度を示す指
標としての持つ意味の大きいことを前に指摘
したが、小浜湾でもその主な分布域はほぼ外
湾を見通せる水域に限られており(Fig. 31)、
明らかにこの指摘を支持する結果となってい
る。このように、外湾の影響の及ぶ内湾域の
泥底に限られるという本種の分布パターンの

特徴は、若狭湾海域の諸内湾を通い、数回行し得るものである。こしかほど明らかとなつたが、では、ここを言う「外湾の影響」とは如何なる実態を指すのであろうか。敦賀湾、小浜湾両湾での *Magelona japonica* 優占区 (TuA, OC) の下眼がいずれも水深 20m 等深線の走行パターンと密接に対応している事實 (Fig. 25, 33) を考慮して、現時点では、筆者は、外湾の 20m 以深域に存在する特定の水塊との関連に注目すべきではなからうかと考えている。一方、*Prionospio ehlersi* は多くのところで *Magelona japonica* と共存しながらも、その主分布域は *Magelona* に比べて内湾部の方に偏っており、*Magelona japonica* 優占区と湾奥のシズクガイ優占区との間を埋めまよう位置するところが多い (たとえば MB, OD 水域など)。内湾の泥底部の各水域はほぼ上記の各種の卓越で特徴づけられるが、敦賀湾のように外湾に開いた内湾では、外湾の泥底分布種との共存傾向も強く、とまには、TuB 水域のように、*Aricidea neosuecica nipponica* の高密度分

布域が出現し, *Aricidea neosuecica nipponica* 優占区として区分されることもある。

砂質底の場合は、泥底に比べてはるかに複雑であるが, *Spiophanes bombyx*, *Pseudeurythoe* sp. など比較的広範囲に出現するところから考えて、これらの卓越で特徴づけられた駿賀湾のC水域 (TuC) は砂質底の基本的パターンと考えられ、*Polydora flava orientalis* 優占区 (TuF, OG), *Euchone* sp. 優占区 (TuD), ?*Synelmis* 優占区 (TuE) などはいずれもその変型とみなし得る。これは底質の粒度をはじめとした海底環境の微妙な差に反応して複雑な現われ方をするが、その発現機構の詳細はなお明らかではない。ところで、同じ砂質底でも、クビタガスガメの卓越で特徴づけられた川浜湾のH水域 (OH) は、その種組成パターンからみて、TuC水域の変型とするには無理がある。ここが底質粒子の淘汰度が主役としていふ点や、ヒメカイコアサリおよび *Apoprionospio dayi* が種組成優占順位の上位を占める点など、後述の外湾の由良

川河口域沖合細砂底の状況と酷似している。

したがって、OH水域は沿岸碎波帯の - 典型とみなし得るのではないだろうか。敦賀湾のG水域 (TuG) も、*Ampelisca* 属の別の種 (*A. miharaensis*) の著しい卓越で特徴づけられ、若干種組成の様相を異にするが、やはり同じ範ちゅうに含まるべきであろう。

第7章 若狭湾主湾部の小型マクロベントス群集 ——西部海域を中心に——

第1節 調査時期および調査方法

若狭湾主湾部の動物分布の究明を明らかにするために、とくに西部海域、通称丹後海を対象に、1973年4月から1980年5月にかけてかなり集中的に種々の調査を行なった。まず、沿岸部については由良川河口域地先を対象とし、季節変動に関する知見をも含せて得る目的で、1973年4月から1974年4月にかけての期間に、各季節毎に都合5回の調査を行なった。他、経年変動を明らかにするために、その後1980年まで1977年を除いて毎年4月および5月（ただし、1979年は7月）に調査を継続した。調査地点は、1974年4月までは海域最奥部の由良川河口の兩岸から沖合に延びる2本の定線（A、B）上に設定した14地点で、それぞれが距岸200mから12kmにわたる範囲に位置する（Fig. 37b）。各地点の水深は、両定線

上の地点とも沿岸部から沖合に向って順に3 m, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 60 m と
なっている (Fig. 37b)。ただし, 1974 年の 1
月は海況の都合で西側の定線 A 上の 7 地点に
のみ限った。また, 1975 年および 1976 年の場
合もやはり定線 A に限定し, 水深 5 m, 10 m,
30 m および 60 m の 4 地点について調査を行な
った。さらに, 1978 年以降も, 沖合域の調査
とも合せ, 定線 A 上に, 水深 10 m (1978 年)
および 20 m (1979 年および 1980 年) から水
深 120 m までの間に, ほぼ 10 m 水深間隔で設
定した地点で動物の採集を行なった (Fig. 37
a)。動物の採集には, 1976 年までは小型採
泥器を用い, 4 回しか採泥できなかった数例
を除いて, 各地点で 5 回ずつ採泥を繰り返した。
1978 年以降は大型採泥器により, 原則として
各地点で 2 回ずつ採泥を行なった。採泥後の
処理はすべて前述の諸海域の場合と同様であ
る。ただし, ここは由良川からの流入陸水に
より影響が予想されたので, 動物採集時に水

温塩分計により水温および塩分の垂直分布の測定をも併せて行なった。なお、2定線(A, B)について行なった調査の場合、予備的な検討により、同じ水深帯に属する2地点の間で動物分布に有意な差が認められなかった。以下に記述では、同じ水深帯に属する2地点の結果をまとめて扱っている。

一方、沖合の丹後海主湾部については、1976年7月および1978年5月に、水深50m域から120m域の範囲に基盤目状に設定した地点において動物採集を行なった。他、1978年の場合には、さらに定線AおよびC上において、水深10mから120mにかけての範囲で、ほぼ10m水深間隔で設定した地点においても採集を行なった(Fig. 37a)。ただし、定線C上の地点については現時点でなお採集動物の整理を完全には終えていないので、動物分布の結果は別の機会に述べることにし、ここでは底質に関する結果のみを用いている。また、丹後海主湾部の動物分布の季節変動パターンを明

らかにするため、定線 A 上に、水深 20 m から 130 m の範囲に 10 m 水深間隔で設定した各地点において、1979 年 7 月から 1980 年 5 月にかけての期間に、各季節毎に都合 4 回調査を行った。採集には原則として大型採泥器を用い、各地点で 1 - 2 回ずつ採泥を行なったが、1976 年 7 月の調査では、東寄りの 6 地点 (Sta. 12, 20, 23, 27, 28, 29) で小型採泥器しか使用することができなかったため、この場合は原則として各地点で 3 回ずつ採泥を行なった (ただし、Sta. 20 では 2 回)、採泥面積の不足を補うよう努めた。採泥後の処理はやはり前述の通りである。

なお、比較の意味で、若狭湾東部の越前海岸地先にも定線 D₁, D₂ を設定し (Fig. 17C), 1978 年の 7 月に定線上の水深 20 m から 120 m に至る水域の若干の地点で調査を行なったが、この場合もやはり大型採泥器を用い、各地点で 2 回ずつ採泥を行なった。

第2節 調査海域の海底環境

丹後海は若狭湾の最も西部に位置し、主に白石礁、小島および毛島を結ぶ線より沿岸部で、丹後半島と大浦半島で縁こられた湾入部を含む (Fig. 37a)。当海域は広く外海に開いておりとはいえず、湾奥のたつの隅角部に、宮津湾および舞鶴湾という富栄養傾向の著しい支湾を擁するうえ、由良川からの陸水の流入を受けて沿岸部を中心に底床の有機物負荷もかなり大きいものと思われる。湾口部のほぼ中央に位置する冠島、小島およびその周辺部に散在する多くの礁群や、最西端の経ヶ岬地先の大型天然礁の白石礁などの存在により、湾口付近はかなり複雑な海底地形を示し、水深60mから80mの部分が当海域のかなりの部分を占める。しかし、河口域地先を中心とする沿岸部は、湾岸から沖合に向かってなだらかな斜面となり、等深線がほぼ平行に走るかなり単調な海底地形を示す (Fig. 37a)。

Fig. 38には、1973年から1974年4月にかけて

ての河口西側の定線 A での断面の水温および塩分の鉛直構造も各季節毎に示している。水温の鉛直分布をみると、夏には成層構造を示して 40-50m 層に顕著な水温躍層が存在するが、秋の循環期に鉛直混合が始まるとこのような成層構造は消失し、表層から底層に至るまでほぼ均一な水温分布を示す (Fig. 3d)。一方、塩分についてみると、各季節を通じて 33.0 ‰ 以下の低かん水はごく表層部を薄層を成してたがるとはせまり、海岸線に近接する浅所を除いて低かん水の影響は直接底層には及ばないようである (Fig. 3d)。底層水の塩分は常に 33.5 ‰ を越え、前述のような対馬暖流の特性を反映して春に最も高かんとなり、夏から秋にかけて低下する (Fig. 3d)。同様の季節変動パターンは沖合域においても認められる。Fig. 39 の上段には、若狭湾沖合域に設定されている水産試験研究機関海洋観測定点の一つ (京都府 STA. 4: $36^{\circ}20'N$, $135^{\circ}26'E$) における水温の鉛直構造の経月変化を、1971 年为例

にとつて示してゐるがし水産庁, 1974, 1975
), 図から明らかなように, やはり夏季に表
層水の昇温とともに水深50m付近に顕著な温
度躍層が形成される。そして秋に表層の冷却
が始まるとこの躍層は消失し, 冬季には水深
約150m付近までほぼ10℃前後の一樣な水温分
布を示す。しかし, 150mから200m層にかけて
別の水温躍層が存在し, この躍層は季節的に
その存在位置の若干の上下の振幅を示すもの
の, 周年に亘つて消失することはない。水深
200m以深のさらに深層部は, ほぼ2℃前後に
安定した水温分布を示し, わずかに認められ
る季節的な温度振幅は, 冷水塊または暖水塊
の不定期的な到来によつてもたらされてゐる
ものであり, 表層部における季節変動とはま
つたに異質のものでありと云う(桑原他, 1979
)。また, 塩分の場合も, 冬から初夏に至る
期間には表層から深層部に至るまで高かんじ,
ほぼ一樣な塩分構造を示すが, その後夏から
秋にかけて低かん水が表層をおおひ, 水深20

m から 50 m にかけて発達する顕著な塩分躍層を挟んで高かん水の影響はそれより下層に限られる (Fig. 39)。そして、この躍層は経月的に次第に下層に移動し、11月には34‰等塩分線は水深80 m前後にまで達する。水深100 m以深域は周年にわたって34.2‰前後の塩分を示し、目立った塩分変化は認められない。

当海域の底質は、大まくみて河口域を中心とする陸岸沿いで砂質であるが、その沖合の湾入部のほとんどは泥質となり、冠島、小島を中心とする湾口部で砂質乃至礫質を示し、その沖合の陸棚縁辺部から斜面部にかけては再び泥質になるといった具合に、陸岸から沖合に向うにつれて砂質底と泥底が交互に推移する。しかし、さらに細かく検討すると、当海域の底質型ははるかに複雑である。Fig. 40はここでの底質型の分布をみたものであるが、とくに湾口部周辺を中心に種々の底質型が相互に入り組んだ複雑な底質型分布を示す様子が明らかである。

粗砂ないし中砂が80%以上を占める最も粗いⅢ型の底質型は、湾口部の冠島および小島周辺で認められ、そして細砂・極細砂分がやや多いⅢ型の底質型がそれを取囲むように位置する。Ⅲ型の底質型は経ヶ岬沖の白石礁周辺にも広範囲に広がる。なお、ここは礁の中心部に調査地点を設定しなかったが、冠島周辺の場合と同様、中心部にはむしろ粗いⅢ型の底質型が広がっているものと思われる。Ⅲ型の底質型の外側は陶環のよくないⅣ型の底質型が取巻くが、とくに丹後海で発達が著しく、Ⅰ₂型ないしⅡ型を示す若干の地点を除いて、湾口部はほとんどこの底質型で占められる。Ⅳ型の周辺部にはⅤ型の底質型が位置するが、とりわけ90m線以深の沖合の陸棚縁部でよく発達する。一方、丹後海の主湾部は泥底となり、水深30m付近から50m付近まではシルト・粘土分が80%以上を占めるⅡ₂型の底質型がみられ、50mから65m付近にかけては、わずかに砂質分が増るとはいえ、なおシルト・

粘土分が主体のⅡ型の底質型によって占められる。水深10m以浅の陸岸沿いは細砂・極細砂が70%以上を占めるⅠ型の底質型がみられる。

湾岸の河口域から沖合に向う底質型の推移過程を、水深との対応でさらに詳しくみるために、定線A上でのMd値と底質粒子の各区分の組成率の変化の様子を示したのがFig. 41である。図には若狭湾湾口部の両岸の、直接外海に面する水域に位置する定線CおよびDでの結果をも合せて掲げている。定線A上では、主湾部での泥底域の顕著な発達を反映して、水深30mから50mにかけての水域でシルト・粘土分が90%前後の高い組成率を示すのと、その前後に底質型の急激な変化域が存在するのが注目される。また、水深80m付近で粒度の極大値が認められるが、これは、調査定線がこの付近で冠島周辺の粗砂底域に最も接近していることによってもたらされているものであり、90m以深の各水深帯では、 $3.5\phi - 4.0$

中の範囲のほぼ一定した Ma 値を示す細砂・極細砂底となっている。若狭湾湾口部両岸の定線CおよびD上での傾向は明らかに定線A上におけるそれとは異なるが、同じ湾口部でも西側（定線C）では比較的滑らかなプロフィールを示すのに対し、東側（定線D）では、水深40mから60mにかけて変動の著しい推移過程を辿るのが注目される。しかし水深50m域で、同じ調査地点から柱状のまったく異なる2本の底質サンプルが得られたことから明らかなように、湾口東岸部の当該水深帯では、海底地形の単調さとは裏腹に、複数の底質型が複雑に入り組んで分布しており、このことがここでの底質型の変動パターンも複雑なものにしていくのであろう。なお定線Cでは、水深110mから120mにかけて再び粗砂・中砂の割合を増し、2.5以下の Ma 値を示して底質が粗くなるが、やはり定線がこの付近で底質の粗い白石礁の東端に近接することによるものである。以上にみたように、主湾部および

湾口兩岸の各水域で、水深の増加に伴い、それ特有の底質型の推移傾向が認められ、かつ興味深い点は、変動幅の大小はあっても、いずれの場合も一つの底質型の変化域が水深60m前後のところに認められ、それ以深120m付近まではMd値3.0中ないし4.0中の典型的な細砂・極細砂底となつてゐることである。このことは、若狭湾海域では水深60m前後のところに、底層水の挙動を中心とする海底環境の不連続帯が存在すること強く示唆してゐる。

一方、Fig. 42 には各地点の強熱減量値分布を示してゐる。図のように、主湾部のほとんどの地点は100g 乾泥あたり5g から9g の範囲の値を示すが、白石礁周辺、丹後海湾口東岸部の成生崎地先の1地点および湾入部の由良川河口域沖合泥底で9g を越える高い値を示す地点がみられ、逆に、冠島および島西側の数点や宮津湾湾口部東岸の黒崎沖の1地点で5g 以下の低い値を示した。とりわけ、

冠島および小島西側のまわめて粗いⅢ、Ⅳ、Ⅴ型
Ⅲ型の底質型を示した3地点が、いずれも2
g以下のまわだつて低い値を示すのが注目さ
れる。水深の増加に伴う値の変化傾向は、丹
後海主湾部および若狭湾湾口両岸のいずれと
も、底質粒度のずれに酷似する (Fig. 43)。
すなわち、湾岸寄りの砂質底では強熱減量値
は低く、水深の増加とともに底質粒子中に占
める微細部分の割合が増すにつれて値の上昇
が認められ、底質粒度との関わりの深さをも
うかがわせる。しかし、値の絶対値は水域によ
る相違が著しく、少なくとも水深60m付近ま
では、定線以上の諸点の値は、近接する白石
礁周辺水域の影響を受けているせいか、他水
域に比べてすこぶる高い値のレベルで変動す
る。

第3節 沿岸浅海帯の動物群集 (1974年春季相)

前述のように、湾入部沿岸寄りの由良川河口域沖合については1973年以来かなり長期間にわたって繰返し調査を行なってきたが、ここではすべての調査地点について予定通り5回ずつの採集が行なえた1974年4月の調査結果をもとに当海域の動物群集の春季相について述べ、それ以外の時期の結果については後の節で扱うこととする。

Figs. 44, 45には得られた結果をもとに、各水深帯別に単位面積あたりの動物分布種数、個体数密度および生物量を示している。ただし、これまでの場合とは異なり、これらの図では多毛類、軟体動物、甲殻類および棘皮動物の4動物群に限って扱っている。残りの動物の占める割合は、個体数密度では水深30m域で12.1%、生物量では水深40mおよび60m域でそれぞれ16.0%、18.2%を示す以外は、他のすべての水深帯で密度、生物量とも10%に満たない。

前述のように、1974年の調査では、動物の採集に小型採泥器を用いてゐるため、 0.1m^2 あたりの種数を算出するにあたり、敦賀湾での場合と同様、各地点5サンプルの中から2サンプルを取出す組合せ10通りについて、それぞれその組合せ毎に種数を求めたので、2地点あつても含む各水深帯でそれぞれ20例あつたの種数分布の値が得られる (Fig. 44)。これらの値は各水深帯でばらつきが大変だが、5m以浅でほとんどの場合 0.1m^2 あたり 30種未満であり、とくに3m域では、多くの場合20種以下とすることが食弱である。しかし、10m域では急激な種数の増加がみられ、ほとんどの場合30種以上を示し、最大値は50種にも及ぶ。20m域でも明らかに減少気味ながら、ほぼ10m域の場合に近い値を示す。その後、水深30mから40mにかけての泥底では再び分布種数は食弱となり、10種ないし30種の範囲の値を示すが、砂泥底への移行域にあたる水深60m域では分布種数の回復がみられ、ほとんどの例で20種

から35種の種数を数える。

個体数密度および生物量の場合も、水深の増加に伴ってほゞ種数の場合と同様の変動傾向を示す (Fig. 45)。5m以浅域で約600個体/m²の値を示す個体数密度は、10m域で急増して3,450個体/m²に達する。しかし、その後急減して20m域で1,212個体/m²、30m域で494個体/m²とそれぞれ示した後、40m域では最低の318個体/m²となる。60m域では618個体/m²を示して再び微増傾向を示す。また、生物量は3m域で5.5g/m²を示した後、5m域で3.7g/m²とわずかに減少するが、その後再び急増して20m域でピークに達し、22.7g/m²を示す。しかし30m域から40m域にかけて急減して40m域では7.5g/m²となり、60m域でも7.6g/m²とほぼ同レベルにとどまる。

このように、種数、密度および生物量ともその水深の増加に伴う変動傾向は、底質粒度の変動傾向と密接な相関を示し、3mから5mにかけての砕波帯の砂質底や30mから40m

域に発達する泥底で動物分布は食移で、10 m から 20 m にかけての砂泥底域で最も豊富な動物分布を示す。

一方、動物群別の組成率をみると、密度、生物量とも多毛類および二枚貝を主体にした軟体動物が調査海域を通して大半を占めながら、前者では、甲殻類が 32.0 % と比較的高率を占める 5 m 域およびヒメカノコアサリの高密度分布のみられる 10 m 域を除いた残りのすべての水深帯で、多毛類が 50 % 以上の高い組成率を示す (Fig. 45a) のに対し、後者では、10 m 域から 30 m 域にかけて軟体動物 (二枚貝類) の占める割合がきわめて高いのが注目される (Fig. 45b)。

各水深帯別の優占種の種組成は Table 18 に示した通りである。水深 3 m 域はスベオ科多毛類の *Neritides* sp. A が 240 個体/m² の個体数密度を示して著しく卓越し、二枚貝のヒメカノコアサリ (56 個体/m²)、端脚甲殻類の *Urothoe orientalis* (40 個体/m²) などがかこめについて。また、

密度はそれほど高くはないが、多毛類の *Apoprionospio dayi*, *Spiophanes bombyx* などにも比較的上位を占め、典型的な砂質底の種組成の特徴を示す。

水深5m域も高位を占める種はほとんど3m域と同じであるが、その優占順位はかなり異

なり。 *Nerinides* sp. A の密度が著しく低下し、代

って、 *Apoprionospio dayi* が70個体/m²を示して首位を

占める。この代、ヒメカノコアサリ (62個体

/m²)、 *Nerinides* sp. A (42個体/m²)、端脚甲殻類の

Synchelidium (40個体/m²)、 *Urothoe orientalis* (38個体

/m²) などが上位を占め、 *Magelona* sp. A (26個体/

m²)、 *Glycera* sp. A (24個体/m²)、モモノハナガイ

Moerella jedoensis (16個体/m²) がこれに続く。水

深10m域では、ヒメカノコアサリが1,624個体

/m²とひときわ高い密度を示して著しく卓越

する点がきわだつた特徴である。この代、モ

モノハナガイ (128個体/m²)、 *Spiophanes bombyx* (120個

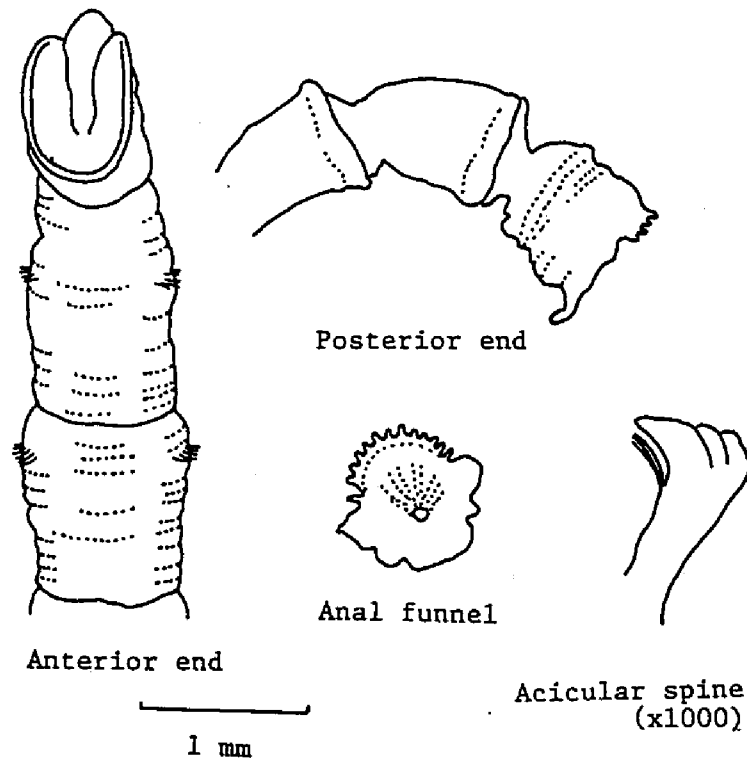
体/m²)、 *Magelona* sp. A (96個体/m²)、 *Apoprionospio dayi*

(68個体/m²) など浅所での優占種もなお高い

順位を占め、しかも密度を増加させる傾向を

ら示すが、これらに加えて多毛類のタケフシ
ゴカイ科の *Axiiothella* sp. * (194 個体/m²)、ミズ
ヒモゴカイ科の *Tharyx* sp. C (162 個体/m²)、ス

* 胸部に変形の足刺状剛毛を有する点
や、尾部後端が突出しない点で *Axiiothella*
属に含めよべきだと考えられる。体後
部の環節が著しくくびれ、また、尾部
の構造がきわめて特徴的である（下図）
など多くの注目すべき形態上の特徴
を有する。



ピオ科の *Prionospio fallax* など が新たに優占種として出現してくるなど、若干の動物相の変化の兆候が散見される。水深20m域になるとそれまでとはかなり様相が変化し、砂質底で上位を占めた種の多くは優占種群から姿を消す。

ここでは二枚貝の干ヨノハナガイ *Raeta pulchella* が158 個体/m²を示して最も卓越する。砂質底の優占種である *Spiophanes bombyx* (84 個体/m²),

Synchelidium (54 個体/m²), モモノハナガイ (48 個体/m²) などもなお比較的高い密度分布を示すが、泥底に頻出する *Prionospio ehlersi* (106 個体/m²), *Magelona* sp. B (48 個体/m²), *Mediomastus* sp.

(46 個体/m²) なども高密度分布を示し、さらに後述のように、沖合の湾口部砂泥底で卓越する *Paralacydonia paradoxa* もかなり高位に位置する (72 個体)。

このように、種組成の面でもここは沿岸の砂質底と沖合泥底の中間的な性格を有するところにある。水深30m域では各種は軒並みに密度を低下させるが、*Magelona* sp. B (64

個体/m²), *Terebellides stroemi* (52 個体/m²), *Magelona*

japonica (48個体/ m^2), テヨ / ハナガイ (40個体/ m^2), ミスクガイ (18個体/ m^2) などがいこいで上位を占める種群である。水深40m域も30m域とほぼ同様の優占種群によって構成され、ここでは *Magelona japonica* (64個体/ m^2) が最も卓越する。他、*Magelona* sp. B (28個体/ m^2), *Euchone limnicola* (22個体/ m^2), クビナカスガメ (16個体/ m^2), *Paralacydonia paradoxa* (16個体/ m^2) などが上位を占める。水深60m域も *Euchone limnicola* (50個体/ m^2), クビナカスガメ (48個体/ m^2), *Prionospio ehlersi* (44個体/ m^2), *Magelona* sp. B (44個体/ m^2) など30mから40mにかけての水域での優占種がほぼ種組成の上位を占め、同時に *Nephtys* sp. A* (4)

* 本種は *Nephtys paradoxa* と同様、11型種で、体中部

以降の体節で鰓が痕跡的となるが、眼点が不明

瞭な点、剛毛節が43節前後以下である点、多くの

場合発達した鰓が10対以下である点および足の

先端が尖頭状である点など、多くの点で *N. paradoxa*

とは区別される。

個体/m²), イトゴカイ科の1種 (30個体/m²), *Prionospio steenstrupi* (16個体/m²) など, 湾口部の方で出現頻度の高い各種がかなり上位に位置するようになっているのが注目される。

次に, 各水深帯の種組成の類似性を検討するために, 分布個体の大半を占める多毛類および二枚貝類を対象に, 各水深帯間で MORISITA (1959) の C_h を求め, Fig. 46 のような MOUNTFORD の平均連結法による dendrogram を作成した。その結果, 図のように水深10mと20mの間を境に2つの水域に大きく分け, 各水域はさらに細分される。水深10m以浅の沿岸砂質底では5m域と10m域で類似度が高く, それらと3m域の間の類似度は相対的に低い。前述のように, 10m以浅域は各水深帯ともヒメカリコアサリ, *Apoprionospio dayi* の卓越で特徴づけられるが, 3m域ではこれらに加えて特異的に *Nerminides* sp. A の濃密分布が認められ, これが他の水深帯との間の類似度を低くしている主因である。しかし, 底質型や動物の量分布パターンでは3m

域と 5 m 域の間で共通する点が多く、むしろ 5 m と 10 m の間に顕著な不連続帯が認められる (Table 17c, Figs. 44, 45a, b)。事実、1973 年の結果では *Neritoides* の卓越分布域が 5 m 域にまで広がっており、不連続帯は 5 m 域と 10 m 域の間に存在した (Table 27 参照)。SCUBA 観察によれば、海底に波浪の影響が及んでいることを示唆する連痕の存在が認められるのはせいぜい水深 7-8 m ぐらいまでで、水深 10 m 域になると、海底表面に多数の糞塊が分布し、沿岸浅所に比較して底層水の動きがはるかに微弱であることをうかがわせる (横山, 私信)。このような波浪の影響の有無は浅海底に生息する動物にとっては重大な意味を帯びている筈である。したがって、波浪の影響を受け程度に大きな差のある 5 m 域と 10 m 域の間に種組成の不連続帯が存在するのが正常な姿であると考えるのがより自然であり、何らかの理由で *Neritoides* の卓越分布域が 3 m 域に限定されていた 1974 年の結果はむしろ例外的な

現象とみなすべしであらう。一方、20 m 以深域では、30 m 以深の各水深帯の間での類似度がかかなり高く、それらと20 m 域との間で区別が可能である。30 m 以深域が *Magelona* の2種 (*M. japonica*, *Magelona* sp. B) や *Terebellides stroemi*, *Euchone limicola* などを主体にした典型的な泥底の種組成の特徴を示すのに対し、20 m 域では子ヨノハタガイが特異的に卓越する点や、*Spiophanes bombyx*, *Synchelidium miraculum*、モモノハタガイなど沿岸砂質底での優占種もかなり種組成の上位を占める点などで明らかに区別される (Table 18)。このような種組成の特徴や、底質の性状を考慮すれば、ここは沿岸砂質底と沖合泥底の移行帯として位置づけられる。

以上に述べたように、水深60 m 以浅の丹後海沿岸浅海底は水深との対応で4水域に区別されるが、各水域毎の動物分布および海底環境の特徴について整理したのが Table 19 である。

水深3 m から5 m にかけての水域は中砂と

細砂が主体のかかり粗い底質（底質型：Ⅲ型）で，そのうえ田良川からの流入河川水の影響を受けて低かん水環境にある（Table 17c, Fig. 38）。また，前述のように，波浪の影響が底底にまで強く及び，動物の生息にはかなり厳しい環境のようで，分布種数，密度，生物量ともかなり貧弱である（Figs. 44, 45a, b）。ここは多毛類の *Neritides* sp. A の卓越によって特徴づけられる。同時に，密度は低いが，多毛類の *Euzonus ezoensis* や端脚甲殻類の *Urothoe orientalis*, *Eohaustorius* sp., *Synchelidium miraculum*, *Synchelidium* sp. などゝの分布がみられるが，これらはいずれも碎波帯でしばしば認められる動物群である（MORTON and MILLER, 1968; HOLLAND and POLGER, 1976; 堀越・玉置, 1978）。水深 10 m 域は中砂の割合が著しく減じ，ほとんど細砂で，極細砂によって占められる O 型の砂質底である（Table 17c, Fig. 40）。前述のように，波浪の影響の及ぶ底からはずれ，かなり穏やかな環境下にあるものと考えられるが，これを反映して動物の分布もにわかに

豊富となり、種数、密度、生物量ともかなりの高い値を示す (Figs. 44, 45a,b)。とりわけ、ヒメカノコアサリの卓越が目立ち、ここはヒメカノコアサリ優占区として規定され得るが、クビナガサカメの卓越を伴って、点で小浜湾のH水域とは趣きを異にする。

水深20m域は細砂・極細砂とシルト・粘土が適度に混じり合った、いわゆるV型の砂泥底であり (Table 17c, Fig. 40)、底質型および種組成のどちらもが沿岸浅所の砂質底と沖合の泥底の中間的な様相を呈し、両水域の移行帯として位置づけられ得ることは前述の通りである (Fig. 41, Table 18)。ただし、種組成の場合、単に両水域の中間型を示すだけでなく、特異的にナヨノハナガイの卓越が認められるので、ここはナヨノハナガイ優占区とも称し得る。

水深30mから60mにかけての水域は、シルト・粘土分が主体のII₂型乃至II型の軟泥底となり、である (Table 17c, Fig. 40)。とくに、

30-40 m 域ではシルト・粘土分が80%を越え、この付近で底層水の停滞傾向が強いことから、かがりれる (Table 17c, Fig. 40)。堆積物中に陸生植物破片も多く含んでいることから、由良川からの流入懸濁物もこの辺まで運ばれてくるものと考えられる。種数、密度、生物量のいずれをと、これも動物分布は食好で (Figs. 44, 45a, b), *Magelona*, *Euchone*, *Terebellides* などが優占的に出現するなど、内湾の泥底部の場合と同様の動物分布の特徴を示す (Table 18)。なお、1974年にはあまり出現頻度が高くなかったが、後の経年変動の節で明らかにしているように、*Prionospio ehlersi* も例年ではここでの重要な構成種の1つであり、したがって、ここは *Magelona japonica-Prionospio ehlersi* 優占区として位置づけられる。水深60 m 域は基本的には30-40 m 域と同じ動物分布の特徴を示すが、ここで新たに優占種群に加わり、とくは *Nephtys* sp. A, *Prionospio steenstrupi* などは、いずれも沖合の湾口部付近の大陸棚縁辺部に分布の中心を有する種であり (後述)、

この付近にも別の種組成の区分帯が存在すること
を示唆するが、この点は次節で詳述する。

5

10

15

第4節 丹後海主湾部の動物群集(1976年夏季相)

丹後海主湾部についても1976年と1978年の2度にわたって大がかりな調査を行なっている。前者が夏季に、後者が春季にそれぞれ行なわれたものであるが、後者の方は対象域が幾分沖合の湾口部の方に偏っている。したがって、ここでは1976年の夏季相を中心に記述し、1978年の春季相を適宜補足的に加えていくことにする。

各調査地点での動物の分布状況はTable 20に示しているが、 0.1m^2 あたりの分布種数では17種 (Sts. 24, 26) から 82種 (St. 19)、 1m^2 あたりの個体数密度では295個体 (St. 26) から 2,265個体 (St. 2)、生物量では1.7g (St. 27) から 22.4g (St. 15) の範囲にそれぞれわたっている。これらの分布パターンを地図上に示したのがFig. 47a-cである。

種数分布では、湾口付近を走る水深70m線を境に、それより沖側の比較的底質の粗い水域の諸点ではおおむね40種を越え、冠島周辺

部から白石礁周辺部に至る帯状の水域で70種から80種余りのとりわけ豊富な分布がみられる (Fig. 47a)。逆に, 70 m以浅の湾入部では, 種数分布が貧弱であり, ほとんどの地点で30種にも満たない (Fig. 47a)。密度分布の場合も種数分布の場合と同様に, 湾口のほど水深70 m線より沖側で1,000個体/m²を越える密度を示し, やはり冠島や白石礁周辺に顕著な高密度地点が存在した (Fig. 47b)。一方, 生物量の場合もほぼ同様の傾向を示すが, 冠島西側の3地点 (Sts. 9, 11, 14) で値が低いのと, 泥底の3地点 (Sts. 21, 24, 25) で相対的に高い値を示す点が前者と異なるところである (Fig. 47c)。前述のように, 小型採泥器を用いた東岸沿いの地点で過小評価している可能性は無視できないが, 泥底における採集効率の低下がそれほどこ著しくなかったことから考え, 内湾の泥底で動物分布が貧弱で, 湾口部から外海にかけて豊富になるという, 当海域の動物分布の現状を反映したものと示

え2間違いないだろう。

1978年春季の場合は、種数、密度、生物量とも各地点は、1976年夏季に比べて総じて高い値を示すが、湾入部の泥底で動物分布が貧弱で、湾口部の諸点で豊富であるという傾向がみられることには変わりがない (Table 21*)。とくに、白石礁周辺の4地点 (Sta. S, T, U, V) で3者ともきわだって高い値を示すのが注目される。

つぎに、各地点での動物分類群別組成をみると、Sta. 6, 11を除くすべての地点で多毛類が卓越するが、湾口部の砂泥底では甲殻類の分布も豊富で、とくに Sta. 6, 11では多毛類とほぼ肩を並べるほどの個体数組成率を占める (Table 20)。甲殻類の種名は現時点ではごく一部を除いて未同定であるが、各種も目

* 1978年については各地点で得た2サ

ンプルのうち1サンプルの結果を

示している。

order) の段階 (ただし, ウミホタル類は亜綱段階) でまとめ, Table 22 のように, 沿岸部から沖合へ向うような順序で各地点を並べ, それぞれの分類群の密度を示すと, 湾入部の泥底ではその出現がほとんど十脚類と端脚類 (主に *Ampelisca*) に限られているのに対し, 水深 70 m より沖合では, その組成が多様となり, とりわけ, 100 m 前後ではクマ類 (Cumacea) およびウミホタル類 (Ostracoda) の個体数密度の増加が特徴的である。

一方, 軟体動物は, 内湾部や主湾部湾岸寄りの水域の場合とは対照的に分布は貧弱であり, 200 個体/m² 以上の密度を示した地点はわずか3地点 (Sta. 2, 6, 14) に過ぎず (Table 20), 沖合でコグルミガイ *Ennucula tenuis*, ユキヤナギガイ *Axinopsida subquadrata* およびシマフシガイの1種 (*Cuspidariidae* gen. sp.) などの微小二枚貝やテハダウミヒモ類 (*Chaetodermatida*) の頻出が眼につく程度である。全般に多毛類が卓越し, 甲殻類は湾口部で組成率が高くなること

う動物分類群別組成の傾向は1978年の場合も
まったく同様である (Table 21)。

多毛類では *Nephtys* sp. A, *Lumbrineris* sp. A*, *Paralacydonia*
paradoxa などの各種がとくに出現頻度の高い種
で、いずれも分布範囲が広く、多数の地点で
その分布が確認されている。しかしその量的
分布に注目すれば、ほぼ全域にわたって一様
に分布する *Lumbrineris* sp. A などの若干の種を除い
てその主要分布域を特定することはさほど困
難ではない。たとえば、典型的な分布を示す
数種を選んでその分布を示すと (Fig. 98),
沖合に主要分布域を有する種 (*Pherusa plumosa*, *Myrio-*

* 本種は、才1剛毛節より複剛毛も有
し、足刺が黒くなる点で *L. latreilli* に近
い。しかし、上顎第3顎片 (maxillae III) が単歯
である点および体後部11対足の両足葉
が延長する点で *L. latreilli* とは異なる。

L. amboinensis (GRUBE, 1877) またはそれに近い種
と思われる。

chele oculata, *Nephtys* sp. A, *Sternaspis scutata*), 湾口部の水深70mから80mにかけての水域に分布する種(*Paralacydonia paradoxa*, *Chone filicaudata*, *Marphysa disjuncta*, *Aricidea neosuecica nipponica*, *Ninoe japonica*, *Ninoe palmata*) および水深70m以浅の湾入部泥底に分布が集中する種(*Prionospio ehlersi*, *Magelona japonica*, *Travisia japonica*, *Travisia forbesii*) などのように、主要分布域を異にする種群の存在が明らかである。そして、このような優占多毛類の主要分布域の偏りは当然各地点の多毛類の種組成に反映し、各地点は互いに種組成を異にした複数の地点群に分けることが可能である。

小浜湾の場合と同じく、ここでは KIMOTO(1967)の $C\pi$ 指数を用いて各地点間の多毛類種組成パターンの類似度を求め、MOUNTFORD の平均連結法による dendrogram を作成した (Fig. 49)。この図で $C\pi = 0.4$ を基準にすれば、いずれの地点とも明瞭な類似度を示さぬ冠島、小島西側の2地点 (Sta. 9, 11) を除いて大きく3つの地点群にまとめられる。そして、この2地点は互い

に近接し、どちらも粗砂、中砂が主体のよく似た底質型を示すので (Fig. 40), これらも1つの地点群としてまとめ、残りの3地点群と合せて都合4つの地点群を地図上に区別して示すと、前述の底質型から分けた環境区分とほぼ似た水域区分が可能である (Fig. 50)。これを湾岸側から A, B, C, D 水域と呼び、各水域の海底環境および種組成の特徴は次のようにまとめられる。

70m以浅の湾入部の A 水域 (5地点) は主にシルト・粘土分が主体の II 型の底質型によって占められている。ここでの各地点の平均分布種数は 0.1m^2 あたり 21.0 種、平均個体数密度は 428.0 個体/ m^2 を示し、分布種数、個体数密度とも残りの3水域に比して著しく低い。しかし、平均生物量は $11.3\text{g}/\text{m}^2$ で D 水域なとほぼ近い値を示す。また動物分類群別組成では、多毛類が 81.1% と高率を占め、典型的な泥底群集の特徴を示す。

ここで得られた全多毛類は 53 種で、*Magelona*

sp. B, *Magelona japonica*, *Notomastus latericeus*, *Travisia japonica*,
T. foebesii が卓越するが, *Prionospio steenstrupi*, *Praxil-*
lella affinis, イトゴカイ科の1種, *Paralacydonia para-*
doxa など, 他水域に優占する種も多数含む。

B水域は冠島, 小島西側の一部を除いた沙
 口の水深70m前後から90m前後にかけての広
 い水域で14地点を含む。底質型は若干の地点
 を除いて淘汰度の悪いIV型がその大部分を占
 める。

この地点に含まれる各地点の0.1m²あたり
 の平均分布種数は55.9種と4水域を通じて最
 も高い値を示すが, 個体数密度は1,126.2個体
 /m²で, 沖合のD水域より明らかに劣る。

また生物量も12.3g/m²と, 4水域の中では最
 も高い。

ここで認められた多毛類は171種を数え,
 底質粒子組成の複雑さも反映して土わだか
 豊富な種数分布を示した。*Paralacydonia paradoxa*,

Limbrineris sp. A, *Chone filicaudata*, *Notomastus* sp., *Aricidea neosue-*
cica nipponica, *Notomastus latericeus*, *Marphysa disjuncta*, *Lysippe*

labiata, *Ninoe palmata* はここでも比較的出现頻度の高かった種で, *Lumbrineris* sp. A および *Notomastus latericeus* を除く各種がいずれもこの水域に集中した分布型を示す (Fig. 48)。その他, 卓越の程度はそれほど高くはないが, *Maldane cristata*, *Lumbriclymene* sp., *Dorvillea* sp., ?*Leiocapitella* sp., *Goniada* sp. など, この水域に分布の集中する種が多い。しかし, 一方でここは他の水域との間の共通種も多い。

冠島, 小島に近接して位置するこの水域は, 粗砂・中砂が70%を占めてⅢ型ないしはⅢ₂型の底質型を示す2地点を含む。

この水域の2地点の0.1m²あたりの平均分布種数は51.0種, 個体数密度は905個体/m², 生物量は2.1g/m²をそれぞれ示し, 種数, 個体数分布が豊富な割に生物量が低いのが注目される。また, いずれの値とも両地点での差が大きい。動物分類群別組成ではやはり多毛類が首位を占めるものの, 51.9%と他水域に比べてひとまわ組成率が低く, 代わりに甲殻類

の組成率が 35.6 % とかなり高いのが特徴的である (Table 23)。

多毛類はここで 68 種の分布が確認されたが、そのうち *Lumbrineris* 属の 2 種 (*L. japonica* および *L. nipponica*) の卓越の程度が著しい (Table 23)。

両地点でその種組成にかなり相違が認められ、同一水域に含め得るかという問題のあるところである。しかし、両地点が近接し、かつよく似た底質型を示すうえ、甲殻類の組成率が高い点、*Lumbrineris* 属の卓越が著しく ($T = T'$ とし、この属の 2 種は、*L. japonica* が St. 9 に、*L. nipponica* が St. 11 にそれぞれ分けて卓越する)、それと対照的に同辺部の B 水域では普通にみられる

Paralacydonia paradoxa, *Morphysa disjuncta*, *Ninoe* spp. などをもった欠点のある点 (Fig. 48) など、両者の

間で他の地点群とはかなり異なる特異な共通性がみられる。したがって、ここでこの両地点を同一水域に含めて他と区別することはむしろ不自然だとは考えられぬ。両地点の間で認められる種組成の相違は、環境のわず

かな相違にも敏感に対応する。という前述の砂質底分布種の生態的特性を反応した結果によるものと考えられる。したがって、今回のようにわずか2地点という規模の調査の結果は、この種組成の特徴のほんの一部を捉えているに過ぎない可能性がある。西島の東側域をも含めてさらに細分される余地をなお残している。

主に沖合寄りのA地点を含むD水域は、沙口の小島沖を通る水深90m線より沖合に位置するが、兩岸で接岸し、とくに東側では成生崎の西岸沿いにB水域への入り込みが顕著である (Fig. 50)。主に細砂・極細砂とシルト・粘土分の混在したV型の砂泥底によって占められる (Fig. 40)。

この水域に含まれる各地点の 0.1m^2 あたりの分布種数は平均46.0種、 1m^2 あたりの個体数密度は1,221.3個体、同じく生物量は11.4gで、当海域の4水域の中では最も高密度の分布が認められた (Table 23)。動物分類群別の組成

では、多毛類が60%近くを占めて優占度が高いが、甲殻類の割合もこの水域について高い値(23.4%)を示す。

多毛類はここでは110種の分布が確認されたが、このうち *Nephtys* sp. A が個体数で16.8%の組成率を示してとびぬけて卓越し、100個体/m²以上の平均密度分布を示した。他に、*Pherusa plumosa*, *Lumbrineris* sp. A, *Sternaspis scutata*, *Prionospio steenstrupi* なども比較的組成率が高い(4.4-3.9%)。

Nephtys sp. A, *Pherusa plumosa*, *Sternaspis scutata* や *Myriochele oculata* などはいずれもこの水域に著しく偏った分布を示すが(Fig. 4F), B水域との間の共通種が多いこともまた事実である。

1978年春季の結果でも各種はほぼ同様の分布傾向を示した。なお、とりわけ動物分布が豊富であった白石礁周辺はこのとき初めて調査を行なったところであるが、各地点はそれぞれ *Spiophanes bombyx* (Sts. S, V), *Chone filicaudata* (St. U), *Paralacydonia paradoxa* (Sts. T, U) などの著しい卓越で特徴づけられる。このうち後二者が卓

越える2地点 (Sta. T, U) は明らかに B 水域に含め得るものである。また, *Spiophanes bombyx* の卓越は, 敦賀湾でみたように, 砂質底の種組成の基本パターンと表えられるが, 丹後海では C 水域の諸点の種組成パターンに最も近い。このように, 白石礁周辺部は野島, 小島周辺部と同様, やはり B, C 両水域の間に含められ得るようである。

以上に, 若狭湾西部海域の春季ないしは夏季の動物分布パターンについて詳述したが, 同湾の東部側でも同様の動物分布傾向がみられるかどうかは問題のあるところである。しかし沖合大陸斜面部を別にすれば, これまでわずかに越前海岸地先の定線 D において若干の試料を得ていすに過ぎず, またそれも現在各地点について1サンプルずつの処理を終えた段階で, 種の同定もなお十分なものではない。したがって現時点では, 当該水域の動物分布について詳細に述べるところまでには至っていないが, 若狭湾の東部側での動物分布

の実態についてもある程度みておくことは、今後本論を展開するうえに意義のあることであらうと思われるので、最後に越前海岸地先での結果について補足的に触れておくことにする。

Table 24 に各調査地点での動物の分布状況を示してあり、また Fig. 51 はそれを水深との対応でみたものである。種数分布では、水深40m以浅の沿岸部は0.1m²あたり25種以下に抑えられて貧弱な分布を示すのに対し、50m以深域では種数の増加がみられ、ほとんどの水深帯でほぼ50種乃至60種前後の種数分布を示した (Table 24, Fig. 51)。72種/0.1m²という最大種数分布は水深50m域で認められるが、水深90mから100m域にかけて別のピークが存在する (Fig. 51)。個体数密度分布も種数分布とほぼ同様の变化傾向を示すが、その変動の規模ははるかに小さい (Fig. 51)。水深40mまでは500 - 600個体/m²と比較的分布は貧弱であるが、50m域では1,200個体/m²と急増する。そ

の後60 mから70 m域にかけては800 個体/m²以下に減じますが、それ以深で再び急増し、90 mから100 mにかけての水深帯で1,700 個体/m²近くに達して最大密度分布を示す (Fig. 51)。その後急減して水深120 m以深では810 個体/m²と下る。一方、生物量分布は前二者ほど明瞭な変動傾向はみられないが、わあかに40 m以深の沿岸部で3 g/m²前後のきわめて貧弱な分布を示すのと、水深80 m付近で20 g/m²前後の相対的に豊富な分布傾向を示す点が注目される (Table 24)。

動物分類群別組成では、三者とも全水深帯を通じて多毛類が圧倒し、丹後海の湾口部を中心に比較的高い種数および密度分布を示した小型甲殻類の分布はすこぶる貧弱であった (Table 24)。

また Table 25 には、丹後海でも頻出した一部の多毛類について各地点毎の密度分布を示したものであるが、水深60 m付近を境にして出現種が完全に交代する様子がこの表からほう

きり読みとれる。すなわち、水深60m以浅の沿岸の砂質底では、*Spiophanes bombyx*, *Lumbrineriopsis* sp., *Glycera decipiens*, *Aglaophamus* sp. (sinensis?) などの各種が卓越するのに対し、水深80-100mの沖合の砂泥底では、*Paralacydonia paradoxa*, *Chone filicaudata*, *Ninoe palmata*, *Nephtys* sp. A などの各種の集中的な分布で特徴づけられる。

第5節 動物分布の季節変動

前2節で若狭湾西部海域の沿岸部および沖合主湾部の春季または夏季の動物分布パターンを明らかにしたが、これらの季節変動の経過について次に述べる。

a. 由良川河口沖合域（沿岸浅海域）

Table 26 a, b には、1973年4月から1974年4月にかけての各季節毎に得られた試料をもとに、由良川河口沖合域水深60mまでの沿岸部の各水深帯での密度、生物量を季節別に示しており、また、都合7水深帯のうち、3mと60mを除く各水深帯における動物分布の季節的な推移過程を図示したのが Fig. 52 である。

これらの図、表から各水深帯でそれぞれ多様な変動パターンを示す様子が読みとれよか、密度分布の場合、10m以浅の沿岸砂質底と30m以深の沖合泥底で、そのパターンが対照的なものが注目される。すなわち、前者は季節的な変動の振幅がまわめて大きく、ピークは、

ずれも夏季に現われる。そしてその変動は主に軟体動物の消長に基いてゐる (Table 26a)。それに對して後者の変動は、その振幅の規模がはるかに小さく、それも多毛類の変動に依存してゐる側面が強い (Table 26a)。最大密度分布は各水深帯とも春季に認められる。沿岸砂質底の場合は、春季にはおしり密度は低く、とりわけ 5 m 以浅の砕波帯では、1973 年の春季は各季節を通じて最も動物が貧弱であつた。また、水深 20 m 域は沿岸砂質底と同様、夏季に最大密度分布を示すものの、その振幅の規模ははるかに小さく、その変動が 30 m 以深の泥底と同様に、多毛類の消長に依存する度合いが相対的に高い点 (Table 26a) など、ここは季節変動パターンの中でも中間的な様相を呈する。生物量の場合も、水深 20 m 域および 40 m 域を除けば、密度分布の場合とほぼ同様の季節的な推移経過を辿る (Fig. 52b)。20 m 域で春から夏にかけて軟体動物がかなり高い生物量を示すが (Table 26b)、これは比

較的大型のテヨノハナガイの卓越によるものであり、また、40m域で認められるかなり高い生物量は、多毛類の *Terebellides stroemi* の高密度分布 (126 - 175.6 個体/m²) によってもたらされている (Table 27)。

次に、各種毎に個体数密度の季節的推移をみると (Fig. 53), それぞれが特有の変動パターンを示すが、多くの多毛類をはじめ二枚貝のテヨノハナガイや *Urothoe orientalis*, *Synchelidium miraculum*, *Synchelidium* sp. などの甲殻類は、春または春から夏にかけて密度を高め、秋から冬に低下する。しかし、コマツヤマワスシガイ *Callista pilsbryi*, モモノハナガイ, アラウメノハナガイ *Pillucina yamakawai*, シズクガイなどの貝類をはじめ、多毛類の *Euzonus ezoensis*, *Apoprionospio dayi*, 甲殻類のクビサガメなどの高密度分布がみられるのはほとんど夏季に限られる。また、ヒメカノコアサリは夏から秋に著しく卓越する。ところで、これら各種の密度の季節変動パターンをみて興味深いのは、夏季または秋季に

最大密度分布を示すのは、そのほとんどが10 m以浅域に分布の中心を有する種である点である。一方、30 m以深の泥底は、周年を通して変動の少ない安定した環境であり、これを反映してここでの動物の密度分布の季節変動はごく振幅の小さいものである。そして、春季に最大密度分布を示す種が多いというここでの季節変動の傾向は、舞鶴湾の結果とも一致するものであり、泥底における動物分布の季節変動の1つの特徴的なパターンとみなせよう。ただ、ここでのシズクガイの密度分布の季節変動パターンは注目すべきである。舞鶴湾の湾奥部での本種の密度分布は春季に爆発的に増加した後、夏以降急減する変動パターンを示すのに対し、ここではむしろ夏に最大密度分布が認められる。その理由は明らかではないが、少なくともこの事実は、環境が異なれば季節変動パターンもそれに依って変化し得るものであることを示している。

最後に、季節毎に各水深帯の動物分布の特

徴をまとめると次のようになる (Tables 26, 27).

1973年の春には5m以浅域は、約320個体/m²以下の貧弱な個体数密度を示した (Table 26)。多毛類の *Nerinides* sp. A の著しい卓越によって特徴づけられ、両水深帯とも本種だけで総個体数の40%以上の組成率を示す (Table 27)。

他に、*Glycera* sp. A や *Synchelidium miraculum* なども種組成の上位を占める (Table 27)。一方、30m以深域では20-1,350個体/m²の範囲の密度分布を示し、その75%以上が多毛類によって占められる (Table 26)。 *Prionospio ehlersi* が各水深帯とも15-20%の組成率を示して最も卓越する他、30m域では *Magelona* sp. B, *Paralacydonia paradoxa*, *Paraprionospio pinnata*, *Terebellides stroemi*, 40m域では *Terebellides stroemi*, *Euchone limnicola*, *Paraprionospio pinnata* *Nephtys* sp. A, イトゴカイ科の1種, *Magelona* sp. B などがそれぞれ高位に位置する (Table 27)。水深10mおよび20m域では1,376個体/m², 1,212個体/m²の個体数密度をそれぞれ示し、いずれも *Apoprionospio dayi* の高密度分布 (192-290個体/m²) によって特徴

づけられるが、これを除けば組成率上位種は
両水深帯でまったく異なる (Table 27)。たと
えば、*Magelona* sp. A の高密度分布がみられるのは
10 m 域に限られ、逆に干ゴノハナガイ、*Glycinde*
sp. および *Axiiothella* sp. は 20 m 域に分布が集中す
る。また、10 m 域では *Synchelidium miraculum* や *Nerinides*
sp. A など 5 m 以浅域の卓越種もかなり上位に
位置し、どちらかといえば 5 m 以浅域とよく
似た種組成パターンを示すのに対し、20 m 域
は *Prionospio ehlersi* がかなり高位を占めて、むしろ
30 m 以深域との類似性が高い (Table 27)。

春にみられたこのような種組成パターンは
夏には一変する。ヒメカノコアカリをはいめ
しする多くの種の急増によって、20 m 以浅域
のいずれの水深帯とも 3,000 個体/m² を越える
高い密度分布がみられ、春以来むしろ減少傾
向を示す 30 m 以深域とは対照的である (Table
26)。とりわけ、10 m 域では動物分布が豊富
となり、4,500 個体/m² を越える密度分布を示
す (Table 26)。各水深帯の種組成をみると、

5 m 以浅域はヒメカノコアサリの著しい卓越で特徴づけられ、33.9—43.5%の高い組成率を示す。若令個体が中心のオカメブングク *Echinocardium cordatum* もこれについて高い密度分布を示す。その他、組成率はそれほど高くないが、コマツヤマワスレガイ、多毛類の *Pseudopolydora paucibranchiata*, *Euzonus ezoensis* なども上位を占めるようになる (Table 27)。これに反して春季に著しく卓越した *Neritoides* や *Synchelidium* などはいずれも激減し、優占種群中にはほとんど顔を出さなくなる。一方、10 m および 20 m 域は *Apoprionospio dayi*, モモノハタガイ、クビナガスカメなど、両水深帯でともに優占種群の上位を占め、逆に、春には 20 m 域に偏在していた子ヨノハタガイや *Glycinde* sp. などが優占種群中から姿を消すため、両水深帯の種組成の類似度は高くなる (Table 27)。しかし、なお 10 m 域にはヒメカノコアサリが、20 m 域には *Prionospio ehlersi*, *Paralacydonia paradoxa* がそれぞれの水深帯の種組成の高位を占め (優占順位: 7位および10位),

前者が 5 m 以浅域の種組成に近く、後者が 30 m 以深域のそれに類似するという両水深帯の種組成の特徴はなお失われていない。30 m 以深域ではやはり *Prionospio ehlersi* の卓越がみられるが、春の場合のように全水深帯を通じて首位を占めるというふうなことはなく、40 m および 60 m 域では *Terebellides stroemi*、イトゴカイ科の 1 種がそれぞれそれぞれにトップ代る。また、*Magelona* 属の 2 種 (*M. japonica* および *Magelona* sp. B) もいずれの水深帯でも高位を占めるようになる。他、30—40 m 域では *Mediomastus* sp. も優占種群に加わってくる。

秋には全域を通じて密度は大幅に減じ、5 m 域で 2,542 個体/m² を示したのが最高で、30 m 以深の泥底では 500 個体/m² にも満たなくなる (Table 26)。ほとんどの種が密度を低下させる中で、ヒメカイコアサリはむしろ増加傾向を示し (Fig. 53)、10 m 以浅の砂質底での同種の卓越傾向はさらに著しくなり、各水深帯での個体数組成率は 68.0—85.0% の高い値

を示す (Table 27)。このような傾向を反映して、秋には 10 m 域の種組成は 5 m 以浅域のそれとの類似性を一段と高めるとともに、20 m 域とはほぼ等しい一線を画できるようになる。

20 m 域は夏から秋にかけて顕著な種組成の変化がみられ、夏に卓越した上位 3 種 *Apoprionospio dayi*, アラウメノハナガイおよびモモノハナガイがほとんど姿を消し、季節的に密度の変動の少ない *Magelona* spp. や *Paralacydonia paradoxa* が代って種組成の上位を占める (Table 27)。 *Magelona* 属の 2 種は 30 m 以深の各水深帯でも卓越する。

冬に入ると、秋に卓越していたヒメカノコアサリが減少傾向を示すため、10 m 以浅域では 3 m 域を除いて密度の低下が顕著で、最も高密度の分布のみられる 10 m 域でも 1,300 個体/m² 余りである (Table 26)。各水深帯の種組成をみると、10 m 以浅域では減少傾向にあるとはいえ、なおヒメカノコアサリが各水深帯で 50% 前後の組成率 (288-880 個体/m²) を示して最優占種となっており、秋の場合と同様

10 m以浅の各水深帯間の種組成の類似性はマ
ダ高い (Table 27)。ヒメカ / コアサリの
他に各水深帯に共通の優占種として *Chaetozone*
sp. A , モモ / ハナガイ , *Glycera sp. A* など
が挙げられる (Table 27)。20 m以深の各水深帯でも
Magelona sp. B の卓越が特徴づけられて、基本的
に17秋と同じ種組成パターンを示すが、*Priono-*
spio ehlersi をはじめ若干の種で水深20 m域と60
m域に分れて分布する傾向がみられ、その影
響で両水深帯の種組成は比較的高い類似度を
示す。

以上の経過を辿って前述の1974年の春季の
動物分布パターンへと推移していきながら、こ
で明らかにしたように、前述の10 mと20 m域
の間にみられた生物帯区分は、季節的に若干
の上下の移動はあるものの同年にわたって認
められ、少なくとも両帯の優占種間の重複は
ほとんどない。そして、沿岸砂質底では優占
種の交代が頻繁で、量的な変動も著しいのに
対し、沖合泥底では質的、量的に変動に乏し

い単調な季節変化を示す。なお、1979年の春季の様相は必ずしもその前年の春季のそれと一致するものではなかったが、この点は季節の経年変化のところでさらに立入って検討する。

b. 沖合70m以深域

次に、1979年7月から1980年5月にかけて定線A上での調査で得られた結果をもとに、水深70mから120mまでの沖合域での動物分布の季節変動について述べる。

Fig. 54a, bには、各季節別に密度および生物量も水深との対応で示している。密度の場合、1979年の夏の水深分布パターンは、水深80mと120mのところに分れて2つの明瞭なピークを有する双峰型を示し、両水深帯で値はいずれも1,900個体/m²前後である。80m域で見られるピークは、主にそこで最大密度分布を示す多毛類の分布パターンを反映したものであるのに対し、120m域のそれは、そこに密度分

布のピークを有する甲殻類の分布パターンに由来するものである。しかし、秋にはこの両水深帯での密度は急減し、代り200m域に新たなピークが出現する。甲殻類は沖合域でなお夏のレベルに匹敵する高密度分布を示すが、多毛類をはじめ他の動物群の分布パターンに影響されて、100m以深域では水深の増加に伴って密度は全体として減少傾向を示す。100m域にピークを有する密度の水深分布パターンはその後基本的には変化することなく推移するが、各水深帯で値は高くなり、最大値は冬には約2,400個体/m²、春には3,000個体/m²前後をそれぞれ示す。とりわけ、冬から春にかけて100mおよび110m域での甲殻類の増加傾向は著しい。一方、生物量の場合は密度分布の場合ほど規則的でない。しかし、1979年の夏の120m域と1980年の春の100m域で多毛類、甲殻類以外の動物群で異常に高い値を示したのは、前者は腔腸動物のウミエウ類をかなり、また後者は1g近い湿重の大型のブンブク類を1個

体それぞれ含んでいたことによるもので、これを除けば、生物量の水深分布パターンは各季節とも多毛類のそれにほぼ従う。密度の場合とは異なり、80m域と100m以深域にピークを有する双峰型の水深分布パターンが程度の差こそあれ周年にわたって認められすが、沖側のピークの出現水深は季節的に変化し、パターンは一定しない。

以上にみたように、水深70m以深域の動物分布の季節変動パターンは前述の沿岸浅海帯のそれに比して複雑であり、極端に言えばそれは各水深帯間でそれぞれ異なる。しかし、密度分布についてみれば、最大密度分布を示すのはいずれの水深帯とも春か夏のどちらかであり、この点では沿岸浅海帯の場合と変わらない。そして、80m域および120m以深域ではそれが夏であるのに対し、その他の水深帯ではすべて春にある (Fig. 54a)。また、100mおよび110mの両水深帯で季節変動の幅がかなり大きく、変動の少ない他の水深帯とは好照的

である (Fig. 54a)。しかし、種数分布がほぼ同様の季節変動を示すことから考えて、これらの水深帯で認められるこのような大幅な変動は、内湾部や沿岸浅海帯でみられるようなある特定種の著しい季節的消長によってもたらされているのではない。むしろ、そこに生息する種の一般的な季節変動パターンを反映したものともみえよう。このことは、各種毎の季節的消長パターンをみても明らかである (Fig. 55)。70 m 以深域全体としての平均密度分布では、一時期ほとんど消失してしまう *Chone filicaudata* のような一部の種を除いて、密度の季節変動はそれほど大幅でなく、かつ、その推移も主わめとなだらかな場合が多い。しかし、これを各水深帯についてみると、事情は必ずしも同じではない。

Fig. 56 には、主要多毛類 13 種についてその水深分布を季節別に示しているが、周年を通してほぼ一定の分布パターンを示す *Sternaspis scutata* などの一部の種を除いて、そのパターン

には顕著な季節差が認められる。このうち興味深いのは、密度分布のピーク的位置も季節を追って徐々に移動させるような季節変動パターンを示す例がいくつかみられることで、たとえば、*Prionospio steenstrupi* では夏に70mから90mにかけての水深帯に認められた高密度分布域が秋以降次第に沖合へと移動し、翌年の春には70m域のピークに加えて沖合の110m域で150個体/mを超える高密度分布を示す。同様の例は *Spiophanes cirrata* や *Notomastus latericeus* でも認められ、いずれも夏には70mないし80m域でピークを示したのが、秋以降そのピークは90m域から100m域へと後退する。そして後者の場合には春にそれは再び70m域に戻る。

一方、季節的に密度分布のピークが存在水深の移動が認められない種群でも、その季節変動パターンは多様であるが、密度減少期に密度レベルの低下や分布範囲の極端な縮小を伴うものの、減少が全分布域にわたってみられるために、最小密度期といえるようなピーク

クが厳然と存在する型と、ピークの位置での
密度減少が特異的に著しく、結果としてピー
クが消失してかなり広域にわたって比較的均
一な密度分布を示すようになす型の、2型に
大きく類別される。そして、前者には *Notomastus*
sp., *Chone filicaudata*, *Ninoe palmata*, *Pherusa plumosa* など、
後者には *Marphysa disjuncta*, *Aricidea neosuecica nipponica*, *Para-*
lacydonia paradoxa, *Sternaspis scutata*, *Nephtys sp. A* など、それ
ぞれ含まれる。

第6節 動物分布の経年変動—沿岸浅海帯での例—

前述のように、丹後海沿岸部の田良川河口域沖合の定線 (line A) 上の諸点では、数年間にわたって繰返し調査を行なった。その結果をもとに、次に動物分布の年変動について若干検討するが、ここでは比較的長期間に継続して試料を得ることができた 10 m, 20 m, 30 m および 60 m の各水深帯での状況について述べる。用いた試料は 1973 年から 1980 年にかけての期間の、原則として 4 月ないし 5 月の春に得たものであるが、春に調査を行なうことができなかった 1979 年は 7 月に得た試料を用い、また、1977 年はこの海域ではまったく調査を行なわなかったのを検討の対象から除いている。なお、1976 年までの最初の 4 年間は、小型採泥器で各水深帯とも 5-10 回ずつの採集を行なったのに対し、1978 年以降の後半の 3 年間は大型採泥器で 2 回採集に変えており、調査方法は調査期間を通して完全に同じではない。

このような調査手法の不備を伴いながらも、Tables 28a-c, 29 および Figs. 57, 58 に示した結果は、各水深帯で認められる動物分布の経年変動がいずれもかなり顕著であり、しかもその変動が一定の周期のもとにあることを示唆している（ただし、種数については多毛類のみを扱っている）。以下に各水深帯毎の経年変動について詳述する。

水深10 m域では、種数（多毛類）で16.9 - 24.5 種/0.1m²、密度で1,204 - 8,165 個体/m²、生物量で3.6 - 61.7 g/m²の範囲でそれぞれ変動し、いずれも変動の幅がきわめて大きい（Table 28a-c）。しかし、少なくとも調査期間内に限ってみれば、4年前後の周期で値の増減を繰返し、1974年に顕著なピークを示す他、1976年から1978年にかけて再び急激な増加が認められる（Table 28a-c, Fig. 57）。とりわけ、密度、生物量で1978年に著しく高い値を示したのが注目される（Table 28b-c, Fig. 57）。前述のように、同年にはそれまでとは異なり大

型採泥器を用いてゐるが、その年の上昇幅は
 採泥器の交換により想定される採集効率の増
 加分 (p. 27 参照) をはるかに上回るものであ
 る。密度の場合、このような顕著な経年変動
 は主に多毛類、軟体動物以外の動物群によっ
 てもたらされておる (Fig. 57), なかでも端脚
 甲殻類の変動によるところが大きい。主要多
 毛類について種別の密度変動をみると、*?Axio-*
thella sp. や *Apoprionospio dayi* で典型的に示されるよ
 うに、それぞれ程度の差はあれやはり4年な
 いし5年の変動周期が認められるが、各種が
 ピークの位置を少しずつずらせてゐるのは興
 味深い (Fig. 58)。このような変動パターンの
 種間の相違を反映して、多毛類種組成は年
 よりかなり異なる様相を呈する (Table 29)。
 そして、一連の種組成の変遷過程のなかで、
Apoprionospio dayi, *?Axiothella* sp., *Spiophanes bombyx*, *Tharyx* sp. C
 などかなり恒常的に卓越する種が確認される
 一方、初期に卓越した後ほとんど出現しな
 くなった (*Nerinides* sp. A), 著しく密度を低下さ

せる (*Magelona* sp. A) 種群や、それとは対照的に 1978 年に突然卓越が顕著となった種 (*Paraprionospio pinnata*) の存在など、優占種の遷移の兆しを示唆する事実も散見される (Table 29)。

水深 20 m 域では、平均種数/分布 (多毛類) が 20.4 - 36.5 種 / 0.1 m²、密度が 1,338 - 3,230 個体 / m²、生物量が 8.4 - 22.5 g / m² の範囲でそれぞれ変動する (Table 28a-c)。種数、密度とも 1978 年にピークを有して 10 m 域とよく似た変動パターンを示すが、変動幅ははるかに小さい (Table 28a, b)。しかし、ここは各年とも多毛類が圧倒的な部分を占め、変動はもっぱら多毛類のそれによってなる (Fig. 57)。10 m 域の場合と同様、種数および密度はやはり 4 年および 5 年の同期で変動している様子が見られる。一方、生物量はむしろ 1979 年以降、20 g / m² を越えて高い値を示す傾向にあり、その変動パターンは種数および密度のそれと必ずしも一致しない (Table 28c)。生物量の場合、用いる採泥器の大きさにより得られる

結果がかなり敏感に影響されるという前述の指摘に注目すれば、1978年以降の生物量の増加傾向も採泥器の交換の影響によるところが大きいものと考えらるべきであろう。優占多毛類各種の経年的な密度変動をみると、1976年から1980年にかけて著しい増減過程を辿る *Prionospio ehlersi*, *Axiiothella* sp. を除いて他は主として変動幅は小さい (Fig. 58)。1978年にみられた多毛類密度のピークはほとんどこの両種の密度増加によってもたらされたもので、この時の多毛類種組成に占める両種の組成率の高さは主としてこのためといえる (Table 29)。しかし、その他の年においてもこの両種は常に種組成の上位を占め、ここでの恒常的な卓越種と言える。他に *Magelona* 属の2種 (*M. japonica* および *Magelona* sp. B.), *Mediomastus* sp. や *Sigambra tentaculata* などもほとんど毎年のように種組成の上位を占める。一方、最初の年に最優占種となっていた *Apoprionospio dayi* はその後急減してほとんど種組成順位の上位には出現しなくなり、

10 m 域での場合とは対照的な変動パターンを示す (Table 29)。とくに, 1979 年以降はまったく認められなかった。同様に, *Paralacydonia paradoxa* も 1978 年までは 50 個体/m² 前後の密度分布を示していたのが, 1979 年以降ほとんど認められなかった (Table 29, Fig. 58)。これらとは対照的に初期にはほとんど姿を見せなかった *Euchone limnicola* が 1976 年以後増加傾向を示す点は注目される (Table 29)。

水深 30 m 域では, 平均種数分布 (多毛類) が 11.2 - 24.8 種/0.1 m², 密度が 420 - 1,802 個体/m², 生物量が 3.9 - 17.9 g/m² の範囲でそれぞれ変動する (Table 28a-c)。20 m 以浅域とは異なり, 種数, 密度とも 1975 年に最大値を示し, 以後 1980 年まで単純な漸減傾向を示す (Table 28a, b, Fig. 57)。このような変動傾向はやはり多毛類のそれを反映したものであり, その変動パターンから 5 年前後の変動周期が想定される (Fig. 57)。しかし, 生物量はやはり種数, 密度とは異なる特異な変動パターンを示

し、1974年に最低値を示した後、漸増して1979年に最大となったが、20 m 域での場合と同じ理由により1978年以前の値を過小評価している可能性を考慮すれば、むしろ1976年付近に値のピークを想定する方が自然であろう (Table 28c)。優占多毛類各種の密度変動パターンの中では、*Magelona japonica* が顕著な密度変動を繰返すのと、1975年以後かなり長期間にわたる *Prionospio ehlersi* の一定の割合での漸減傾向がとくに注目される (Fig. 58)。他には *Magelona* sp. B や *Euchone limnicola* などが一時期に例外的に200個体/m² 近い密度分布を示した以外は、各種とも常に100個体/m² 前後以下の密度を保ち、変動幅もゆすかである (Fig. 58)。そして、このような傾向を反映して、4水深帯の中では種組成が最も変化に乏しく、おおむね *Prionospio ehlersi*、*Magelona japonica* などが全期間を通して高い優占順位を占め、他、*Magelona* sp. B、*Sigambra tentaculata* などもほとんどの年に優占種群に名を連ねる (Table 29)。しかし、調査期間の前半に比較

的高密度分布を示し、その後ほとんどの皆無に近いレベルにまで密度を低下させる *Paralacydonia paradoxa*, *Paraprionospio pinnata* および *Terebellides stroemi* や、1976年から1978年にかけて一時的に高密度分布を示す *Euchone limicola*, *Axiiothella* sp., *Mediomastus* sp. などのように経年変動に特定の傾向を示す種も認められる (Table 29)。

水深60m域では、平均種数分布 (多毛類) が $10.5 - 22.0$ 種/ 0.1m^2 、密度が $305 - 820$ 個体/ m^2 、生物量が $1.6 - 15.2 \text{ g/m}^2$ の範囲でそれそれ変動する (Table 28 a-c)。種数および密度は1973年と1976年など、1978年に変動のピークを有する典型的な双峰型の変動パターンを示し (Fig. 57)、生物量は1976年に尖頭型の単峰ピークを示す (Table 28 c)。変動の主体は、それらも多毛類であり、その周期はやはり4年前後と示えられる。優占多毛類各種の密度の経年変動に注目すれば、互いに変動周期の位相を異にする3つの種群の存在が確認される (Fig. 58)。すなわち、1973年にピークを有す

3 *Prionospio ehlersi*, 1976年にピークを有する *Magelona* sp. B, イトコカイ科の1種, *Magelona japonica* および *Paralacydonia paradoxa*, そして1978年前後にピークを有する *Nephtys* sp. A, *Prionospio steenstrupi* の3種群である。各年の種組成をみると、優位順位の上位種のほとんどは毎年のように上位で出現する種であるが、上述の各種の密度の経年変動の結果を反映して順位は年々めまぐるしく変る (Table 29)。

このように、丹後海由良川河口域沖合浅海帯でみられる動物分布の経年変動はかなり大幅であり、その変動パターンは複雑で、たとえ同一種といえども水深帯によりかなり異なる。同様の現象は当然他の水域においても存在している等であり、したがって、年を越えて動物分布の量に較べ種組成の比較を行なう場合に、この点は十分注意を払う必要がある。ところで、このような変動を生じる機構については現時点においては不明であるが、各水深帯で変動パターンは多様であっても、密度

の増減の周期が多くの場合4-5年であった
事実をまわめて興味深...

オ7節 論 議

オ3節で述べたように、丹後海の沿岸部は水深20m付近の移行帯を挟んで沿岸寄りの砂質底と沖合の泥底に大きく分けられ、前者はさらに、直接波浪の影響の及ぶ5m以浅域とそれ以深域に細分された。またオ4節では、主湾部が短島、小島に近接したく水域を除いて、湾入部から沖合に向って、ほぼ等深線の走行に沿うようにA、B、Dの3水域に区分され得ることも明らかにした。20m以深の泥底の沖合への広がりやA水域へと連なることはいまうまでもない。結局、当海域はFig. 59に模式的に描いたような水深帯区分が可能で、それぞれ図に示した海底環境と各種の分布で特徴づけられる。

5m以浅域が波浪の影響で底層水の動きの激しい、動物にとってもかなり厳しい環境でありことは前述の通りである。また、由良川からの陸水の流入を受けて、ごく浅所に限られるとはいえ、汽水の影響も無視できない。

あらう。動物の分布はまわめと食好で、*Neritoides*
sp. A, *Euzonus ezoensis*, *Urothoe orientalis*, *Eohaustorius sp.*, *Synche-*
lidium spp. などの各種の分布が卓越する。こゝら
 の多くは砕波帯でしばしば頻出する種である。
 しかし、こゝでのヒメカリコアサリの共存は、
 太平洋側の外海に面した海域の砕波帯ではみ
 られない現象で（堀越・玉置，1978），波浪
 の影響の程度は外海への露出度の高い海域の
 砕波帯ほどではないのであろう。10 m 域は波
 浪の影響の直接及ぶ所からはずれ、かなり穏
 やかな環境となるが、こゝが淘汰のよい細砂
 ・極細砂が主体の砂質底となつてゐることか
 らも明らかになように、波浪の二次的な営力に
 よる底層水の動きは非常に活発なところのよう
 である。また、季節風の影響で波浪が激しく
 なる冬季には、波浪による底層水の攪拌は当
 然この所まで及びであらう。こゝはまわめ
 と豊富な動物分布がみられ、とりわけ、ヒメ
 カリコアサリの著しい卓越によつて特徴づけ
 られる。もしも本種は比較的内湾性の強い

砂泥底に普通にみられる種であるが（宮地他、
 1954）、それがこのような外海に開いた沿岸
 部の砂質底に卓越するのはいさか興味深い。
 しかし、同様の例はすでに宮地他（1952, 1954）
 により美保湾沿岸の砂質底において認め
 られており、その理由として彼等は、中海か
 ら流出する内湾性の強い水塊による影響では
 ないかとしている。田良川河口域を擁する丹
 後湾沿岸砂質底の場合も事情はまったく同じ
 であろう。ところでここに注目すべきは、こ
 れら両者はどちらとも日本海側での例である点
 であり、この事實は、後の20m以深の泥底域
 の発達とも合せて、対馬暖流の勢力が強いこ
 とによる日本海側の陸棚部の内湾、内海的特
 徴を示す現象（堀越、1976）と軌を一にして
 ものかも知れない。その後、于ノハナガイ
 などの卓越が特徴づけられる水深20m付近に
 介在する狭い移行帯を挟んで底質は一変し、
 ほぼ60m付近まではシルト・粘土合が主体の
 泥底となる。この付近で底層水の停滞傾向が

著しくなるためである。10 m 域とは対照的に動物分佈は貧弱で、*Magelona japonica*, *Prionospio ehlersi*, *Euchone limnicola*, *Terebellides stroemi* などが卓越する。そしてこれらの各種をはじめとして、ここに分佈する種には内湾泥底部との共通種が多く、これらの水域にとって、ここが分佈動物の供給源としての役割を担っており感ずるべき。水深70 m 以深では、外海由来の底層流の流域に入ると、再び底質粒度は粗くなる。そのうえ、ここは冠島、小島をはじめ多くの堆礁群の存在による海底地形の複雑さを反映して、底層水の挙動自体がかなり複雑な筈である。このような環境特性のもとで、ここでの動物分佈はきわめて豊富であり、とりわけ種数分佈の豊富さが目立つ。*Paralacydonia paradoxa*, *Chone filicaudata*, *Aricidea neosuecica nipponica*, *Marphysa disjuncta*, *Lysippe labiata*, *Ninoe* spp. などの集中的な分佈で特徴づけられる。水深90 m 付近まではほぼこのような状態で変化なく推移するが、冠島、小島やその他の堆礁の周辺部は特異的に粒度が粗くなり、種

組成も *Lumbrineris* 属の 2 種 (*L. japonica* および *L. nipponica*) が卓越するのをはじめ、まったく異なった様相を呈して、はっきりと区別される。90 m 以深では再び底質粒度は細かくなり、細砂主体の底質となる。このような底質粒子淘汰度の回復は、ここでの底砂流の整流化傾向とかがかわせるものである。ここでは上記の各種に加えて、*Nephtys* sp. A, *Pherusa plumosa*, *Myriochele oculata*, *Sternaspis scutata* などが卓越してくる。その後、このような状態は分佈動物の漸減傾向を伴いながら水深 150 m 付近の陸棚縁辺まで続く。一オ、湾口東岸の越前海岸地先 (定線 D) での多毛類の分佈も水深との対応でみた結果では、水深 80 m 付近に明らかに動物分佈の不連続帯が存在した (Table 25)。しかし、ここでは丹後海主湾部でみられたような 2 水域 (A, B 水域) への細分は不可能で、A, B 両水域での卓越種がほぼ同様の出現パターンを示す。(Table 25)。

ところで、いわゆる浅海帯と称される水深

150m 前後以浅の陸棚上に二分帯のあることはよく知られており、HORIKOSHI(1957)および堀越(1976)はこれらをそれぞれ上部浅海帯 (upper sublittoral zone) および下部浅海帯 (lower sublittoral zone) と呼んでいる。前者が沿岸水の影響も強く受けているうえ、波浪などにより水の動きの激しい水域であるのに対し、後者は比較的穏やかで、周年にわたって沖合水の影響下にある水域であるという。そして、場所による差はあるもののおよそ20-40mの深度に上部と下部の境界があり、対馬暖流の流れの弱さと関連して日本海側では太平洋側に比してこの境界が不明瞭であるという。しかし上にみたように、このような一般的なパターンと比較して丹後海域の水深に伴う生物帯区分はより複雑である。上部浅海帯を、沿岸水の影響を強く受け、波浪などによる水の動きの激しい水域であるとする、当海域では水深20m以浅の沿岸砂質底がこれに相当することは論を待たない。しかし20m以深域に広がる泥底

は、ミズフガイをはじめとする内湾泥底種を多数含んでいた事実から推して、周年にわたって沖合水の影響下にあるという下部浅海帯とほみなし難い。越前沖での結果からも明らかのように、顕著な動物分布の不連続帯のみうけに水深80m付近を境にしてそれ以深域が下部浅海帯に相当すると考えるのが最も妥当なようである。つまり、丹後海ではA、B兩水域がこれに含まれることになる。このように、当海域では下部浅海帯の上限が、堀越(1976)が総説している太平洋側の諸海域の例に比べてかなり深くなっており、しかも丹後海では、上下兩浅海帯が互いに接しないうち、兩者の間に著しく発達した停滞域(D水域)や堆礁域(B、C水域)が存在するのが大きな特徴である。一方、湾口部東岸の場合、このような停滞域や堆礁域の発達は見られず、上下兩浅海帯が接してより、その境界は明らかに水深80m付近に位置する。下部浅海帯の上限が太平洋側の諸海域に比べてかなり深く

なっている理由は、周期的な低かん化によつて象徴されるような沿岸水的傾向の強い表層水が相当の厚みを持って存在するということ、対馬暖流域の海況特性と関係があるものと思われる。

ところで、丹後海と若狭湾東部域の越前地先での結果を比べて場合、前者での動物分布の豊富さ (Fig. 60) や小型甲殻類の組成率の高さが目立つが、動物分布の豊富な地点はおおむね冠島・小島や白石礁の周辺の堆礁域に集中しており、しかもこれらの諸点での小型甲殻類の組成率が相対的に高かったこととを考慮合わせれば、両水域での分布パターンの相違は、堆礁域の発達の有無によることが大きいようである。とりわけ、白石礁周辺の地点での動物分布の豊富さは著しいものがあった (Table 21)。このように、堆礁域は底生動物の分布にとってまわめて好適な環境をつくり出していると言える訳であるが、同じような堆礁構造を有しながら、冠島・小島周辺部と

白石礁周辺部で動物分布に格段の開差がみられるのは非常に注目すべき点で、これは両堆礁でみられた底質中の強熱減量値のきわだたむ相違 (Table 17a, b, Fig. 42) と平行した傾向であると示えられる。強熱減量値がその底質型とよく対応した傾向を示すことは若狭湾海域でもすでに実証済みであるが (Fig. 43 他)、底質型のおく似たこれらの両堆礁で強熱減量値に著しい差のみられた事實は、明らかに強熱減量値で示される底泥の有機物含量がその底質の粒度によって一元的に規定されているのではなく、そこでの堆積物中への有機物の供給機構の特性によるところがあることを示している。とくに、両堆礁周辺のように、底泥水の活発な動きが想定されて、あまり堆積的な環境にならないうところは、底質中の有機物量は主にメイオバントスや細菌などの微小生物の生体有機物量 (= 生物量?) を反映したものと示えられる。したがって両堆礁でみられた強熱減量値の相違は、両所での

メイオベントスをはじめとする微小生物群集の発達程度の差も示唆したものであろう。白石礁周辺で豊富な分布を示す傾向は、とくに越冬期を中心に、マダイ *Pagrus major*、アカアマダイ *Branchiostegus japonicus* をはじめとする多くの底生魚類において指摘されてゐる（京都府立海洋センター、1979）。これも白石礁周辺の小型マフロベントス群集の顕著な発達と無関係ではなからざる。このように、両所での微生物から底生魚類に至る動物群集の分布様式の顕著な相違は、明らかにその生物生産システムに根本的な差をもたらしてゐるに違いない。両所での生物生産システムの詳細な比較検討は、漁業生物学的な見地からともなめて実り多い示唆を与えらるものと思われ、今後のこの分野での研究の進展が強く望まれる。

動物分布の季節変動に関しては、各水域毎にそれぞれ特徴的な変動パターンのみられることを明らかにしたが、その理由について若

干検討した。水深10 m以浅域は夏季に動物
分布が著しく豊富となり、春季に最も豊富な
分布のみられる20 m以深の泥底域や内湾部で
の場合には対照的な変動パターンを示した。

前述のように、10 m以浅域は波浪の影響が底
底にまで及んでいる水域であり、春から夏に
かけての海況の穏やかな時期には、波浪によ
ってもたらされる底底水の適度の動きが、懸
濁物食者や選択的堆積物食者などにとって都
合のよい環境もつくり出すが、季節風の強く
なる秋から冬にかけては波浪が強くなり、海
底表面が著しく不安定になって、そこに生息
する動物は深刻な環境ストレスを受けること
になるものと思われる。このことは、底質中
のシルト・粘土組成率の季節変化からも明ら
かであり、10 m以浅域では秋から冬にかけて
組成率の低下が著しい (Fig. 61)。したがって、
ここでは夏から秋にかけて最下密度分布を示
す種が多いのも、春以降海況が穏やかになっ
てから幼生の成功的な着底が可能となる結果

だと考えられる。春に最大密度となる *Nerinides*,
Urothoe および *Synchelidium* などは冬の厳しい環境条
件下でも幼生の着床が可能で、とりわけ砕波
帯環境によく適応した特殊な種群なのであろ
う。一方、70 m 以深域ではその様相は複雑で、
総体として水深帯によりかなり異なる変動パ
ターンを示したばかりでなく、各種がそれぞれ
水深帯毎に異なる季節変動パターンを示し
て注目された (Fig. 56)。しかし、若干の種で
は、季節の推移に従って密度のピークの位置
を深浅移動させる傾向すら確認された。この
ような密度分布のピークの位置の季節的な移
動が何によってもたらされているのかは明らか
ではないが、本章で示している例 (*Prionospio*
steenstrupi, *Spiophanes cirrata*, *Notomastus latericeus*) がすべて
秋以降高密度分布域を沖合の深層へ移動させ
るパターンを示す点で共通しているのは興味
深い。もし、このような水深帯による密度分
布のピークの出現期の相違が、着床幼生の出
現時期のずれを反映したものであれば、

沖合の深層ほど新世代の加入が遅くなることを暗示しており、あまりには各水深帯間の水温差なども重要な環境要因として考慮する必要があるのかも知れない。いざいにして、各水深帯が大幅に異なる季節変動パターンを示す種がかなり存在するという事実は、前述のシズクガイの例 (p. 173) もも含めて、彼等の生活環が環境にまわめて柔軟に対応し得るものであることを強く印象づけるものである。

70m 以深域での動物分布の季節変動パターンについて、いざい注目すべき点は、各種はそれぞれ結構幅のある季節変動パターンを示すにもかかわらず、そのパターンが沿岸の内湾部や碎波帯で見られるような種間の一意性に乏しいことである。種間の変動パターンの非同調性には、ここでの動物群集の変動に及ぼす環境要因の影響の程度が沿岸部での場合ほど決定的ではなく、環境に対する反応の仕方が各種によりまわめて多様であることによるものもあり、それぞれの内因に由来する側面

も大至いようである。

5

10

15

第8章 若狭湾沖合域の小型マクロベントス群集

第1節 調査方法および調査海域の海底環境

調査対象海域は、Fig. 62 に示したように若狭湾およびその周辺沖合の水深100m前後から400mにかけての水域で、水産庁で設定してある農林漁区に合せた27区画のほぼ中央部に1つずつ設けた都合27地点について調査を行った。調査期間は1975年の7月から9月にかけての3ヶ月間にわたり、各月とも20日前後に設定された都合3航海で動物採集を行った。各地点の詳細な調査月日はTable 30に示した通りである。動物の採集には小型採泥器を用い、原則として各調査地点で3回ずつ（ただし、Sts. 1, 3, 4, 5, 10, 18では各2回、Sts. 11, 13, 17では各1回）採集を行った。

各調査地点の水深は75mから410m、底質のMd値は1.00から7.70の範囲にそれぞれあり、底層の水温は水深100m前後の地点で15-20℃

150m前後で 10°C , 200m付近で 5°C , 250mで 2°C , 300mで 1.5°C , 350mでは 1.0°C がおよその目安である。

前述の要領で各地点の底質型区分を行ない、それを地図上に示したものが Fig. 63a である。図のように種々の底質型が複雑に配置する 150m 以浅の沿岸部とは対照的に、150m 以深の大陸斜面部では、浦島礁や玄達瀬のごく周辺部を除いておおむねⅡ型、Ⅲ型の泥底によって占められる。しかし、特徴的なのは、東西で底質型が若干異なる点であり、西側ではシルト・粘土分が 80% 以上を占めるきわめて細かいⅢ型の底質型がたくおおうのに対し、東側ではそれよりも若干粗いⅡ型の底質型がかなりの深部にまで広がる。

また、底質の強熱減量値の分布パターンも底質型の場合と同様、150m 付近を境に異なり、底質の比較的粗い沿岸部の諸点はすべて 100% 乾泥あたり 10g 以下の値を示し、逆に底質の細かくなる大陸斜面部の多くの地点は 10g を

越える (Fig. 63b)。ただ、この場合も東西で若干その様相を異にし、東側の斜面部では若干の底質の粗さを反映して西側に比して値は低い (Table 30)。なお、玄達瀬上の Sta. 19 では、すわめて粗い底質にもかかわらず $23.88 g$ と異常に高い値を示すのが注目される (Table 30)。底質の粗さからみてここでの堆積現象がすわめて活発であることは考えられず、沿岸部の白石礁におけると同様、むしろ底質中のマイオベントス群集の異常な発達を示唆するものである。

才2節 動物群集 (夏季相)

各地点での動物の分布状況は Table 31 に示した通りである。各地点の 0.1m^2 あたりの平均分布種数は 11.3 種 (Sta. 26) から 69.5 種 (Sta. 4) の範囲にわたり、 1m^2 あたりの個体数密度および生物量はそれぞれ 193 個体 (Sta. 26) から 2,415 個体 (Sta. 1), 3.6g (Sta. 27) から 95.7g (Sta. 17) の範囲の値を示す。これらの分布状況を地図上に示したのが Fig. 64a~c である。

種数分布では湾口中央部の Sta. 15 を除く若狭湾から丹後半島沿いにかけての最沿岸部の地点で 0.1m^2 あたり 50 種前後以上の豊富な分布を示すが、これらはいずれも水深 125m 以浅域に位置する地点である (Fig. 64a)。とりわけ、西寄りの 2 地点 (Sta. 3, 4) での分布が豊富で、種数はともに 70 種近くに及ぶ (Table 31)。一方、水深 150m を越えると種数分布は急激に貧弱となり、ほとんどの地点で 25 種に満たない。しかし、150m 以深の斜面部の種数分布は場所による差がかなり大きく、西寄りの丹後

半島沖では 250m 域で 25 種前後, 300m 域で 20 種前後, 350m 域で 15 種前後 というように, 水深の増加に伴ってかなり規則的な減少傾向を示すのに対し, 東寄りの越前海岸沖の諸点では, 水深の如何を問わず 15 種前後しかかなり分布が貧弱なのが目立つ (Fig. 64a)。また, 中央部の若狭湾沖では, 水深 300m 付近に位置する 3 地点 (Sta. 13, 17, 20) で 25 種を越える種数を示して沿岸寄りの地点よりむしろ種数分布は豊富である。さらに, 玄達瀬上の Sta. 19 では 426 種と周辺の地点よりはかなり豊富な分布を示すが, それでも底質型によく似た沿岸部の地点などに比べると明らかに分布は貧弱である (Fig. 64a)。

密度分布も種数分布とよく似た分布パターンを示し, 水深 120m 以下の沿岸部の諸点で 1,000 個体/m² を越える豊富な分布を示したのが, 150m 以深域では急減する (Fig. 64b)。沖合の地点ではおおむね 500 個体/m² 以下の密度分布を示すが, 若狭湾沖の水深 300m 付近に位置

ある数地点 (Sta. 11, 13, 17, 20, 25) では、いずれも 500 個体/ m^2 を越えて、やはり周囲に比して幾分密度分布が豊富である。また、玄達瀬上の Sta. 19 でも $1,310$ 個体/ m^2 とほぼ沿岸浅所の地点並みの高密度分布を示す (Table 31)。

一方、生物量分布は前二者とはかなり様相を異にする (Fig. 64c)。沿岸部の諸点でとくに高い値を示すことばかり、むしろ $20g/m^2$ に満たない比較的分布の貧弱な地点群の存在が眼につく。逆に、 $150m$ 以深の斜面部に高い値を示す地点が集中し、とりわけ、前述の $300m$ 付近に位置する数地点ではいずれも $50g/m^2$ を越える、むしろ高い値を示して注目される。

動物分類群別組成率をみると、密度の場合ほとんどの地点で多毛類が 50% 以上の組成率を示して卓越するが、 $120m$ 以浅の沿岸部では甲殻類も 20% 前後の比較的高い組成率を示す。他、後述するようには、若狭湾沖水深 $300m$ 付近に位置する数地点では、フモヒトデ類の濃密分布により、多毛類の組成率がきわだって低

いのが注目される (Table 31)。生物量の場合、さらにこの傾向が顕著で、これらの地点での多毛類の組成率は20%にも満たない。(Table 31)。

つぎに各種の分布状況についてみると、Fig. 65に示したように、ほとんどの種で分布に顕著な局所性が認められる。この図でまず眼につくのは、沿岸寄りの地点で卓越する種と沖合域で頻出する種とはほぼ、互いの分布域を異にする点である。たとえば、多毛類の *Paralacydonia paradoxa*, *Chone filicaudata*, *Nephtys* sp. A, *Prionospio steenstrupi* などはいずれも最沿岸部の諸点と、沖合でも天然礁「玄達瀬」の最頂上部付近に位置する St. 19 に分布が限定される。*Sternaspis scutata* も調査海域の西端部では分布域の沖合への張出しが認められるものの、密度は低く、主分布域はやはり上記各種の場合と一致する。

一方、フモヒトデ類の数種は150m以深域で頻出し、しかもそれらの分布パターンは著しく異なる。たとえば、*Amphiodia craterodonta* が水深180m から300m 付近にかけてかなりの範囲に、

かつ比較的一様な密度分布を示すのに対し、
エゾフシ、ハフモヒトテ *Ophiura sarsi* var. *vadicola* や
カヅクモヒトテ *Amphioplus ancistrotus* の濃密分布域
は越前海岸側に著しく偏在する。またフシ、
ハフモヒトテ *Ophiura kinbergi* の主分布域は若狭湾
沖合の水深300m付近の2地点 (Sta. 13, 17) を含
みに過ぎない。同様の現象は多毛類について
も認められ、*Aglaophamus jeffreysii*, *Lumbrineris abyssalis*, *Neph-*
tys sp. B などか 200m以深域でかなり広範囲に分
布するものと対照的に、*Glycera capitata*, *Maldane cristata*
は越前海岸寄りに、そして *Tharyx* sp. B や *Tharyx*
annulosus などは丹後半島沖にそれぞれ偏在する。
また、*Lumbrineris* sp. B の分布は若狭湾湾口部沖合
の水深100mから200mにかけての水域にほぼ限
られる。さらに、同じ沖合深部域に広く分布
するシロガネゴカイ科2種 (*Aglaophamus jeffreysii*,
Nephtys sp. B) の場合も、その主分布域には明らか
に水深のずれが認められ *Nephtys* の方がより沖
合の深部域の方に偏る。

このように、各種はいずれも多様な分布パ

ターンも示すが、それらは多かれ少なかれ水深と密接な対応関係にあることは明らかである。この点をさらに詳しくみるために、各種の分布を水深との対応で示したのが、Fig. 66 である。図から明らかのように、若干の広域分布種を含みながらも水深150m付近を境に顕著な分布種の交代が認められる。また150m以深域でも、西部から東部に向うにつれて分布水深帯の上昇傾向が認められるものの、ほぼ水深200mから300m域に集中的に分布する *Amphiodia craterodonta*, *Aglaophamus jeffreysii*, *Lumbrineris abyssalis*, *Tharyx* sp. B, *Praxillella gracilis*, *Goniada maculata*, 2、3 300m 付近で密度の高くなる *Nephtys* sp. B, *Tharyx annulosus* などの存在に加えて、若狭湾東部域の水深180mから200mにかけて集中分布するエゾクシノハフモヒトデ、カモクモヒトデ、*Maldane cristata*, *Glycera capitata* の存在は、沖合域がさらにいくつかの水域に区分し得ることを示している。事実、各地点の優占種群に注目すると、お互いにお互い特定種を共有する5つの地点群とそれらの

いすれにも含まれない。1地点の6つに分けられ3。そして、それらを同のようにA-Fとして地図上に示すとFig. 67のような水域区分が可能であるが、これは細部での相違を含みながらも前述の底質型区分と基本的には一致する (Fig. 63a)。各水域の海底環境と動物分布の主な特徴は次のようにまとめられる。(Table 32)。

A水域は水深150m以浅の沿岸部の諸地点と玄達瀬上の1地点の都合8地点を含む。底質Md値は1.00から5.20の広範囲にわたるが、最深部のSt. 15を除く各地点はMd値4前後以下の砂質底となる (Fig. 63)。各地点の0.1m²あたりの平均出現種数は53.9種、1m²あたりの個体数は平均1,425.9個体、生物量は24.3gで、種数および個体数密度とも沖合の諸水域に比して明らかに高い値を示す。動物分類群別の個体数組成では多毛類が53%弱と過半数を占めるが、他に端脚類を主体にした甲殻類も24.6%とほぼ $\frac{1}{4}$ の組成率を示す。ここで

は種名不明の小型二枚貝が4.2%を占めて最優
占種となっており、ついで多毛類の *Nephtys* sp. A,
Chone filicaudata、端脚ヨコエビの1種などもあり
それ4%近い組成率を示す他、*Prionospio steenstrupi*,
Paralacydonia paradoxa などにも上位を占めるなど、前
章で指摘したような若狭湾湾口部周辺水域の
種組成の特徴と基本的には同じである。なお、
玄達瀬上の St. 19 も *Chone filicaudata*, *Paralacydonia paradoxa*
が卓越したり、*Notomastus* sp. を含んでいたりする
点では沿岸部の諸点と同様であるが、陸岸と
はかなり隔った沖合の天然礁上に位置すると
いう地形的特殊性のせいか、コノハエビ *Nebalia*
bipes が特異的に高密度で出現したり、大陸斜
面部に主分布域を有する *Glycera capitata* が組成率
で高位を占めるなど、その種組成は他の沿岸
部の地点とはかなり趣きを異にする (Fig. 65).

B 水域は多毛類の *Aglaophamus jeffreysii* の卓越に
よって特徴づけられた6地点を含み、水深150
m以深300m付近まで広がるが、同のように、
東部九頭竜川河口域沖水深270m域に位置する

Sta. 27を除く4地点はいずれも丹後半島に集中する (Fig. 67)。底質のMd値は3.24φから7.30φの範囲にあるが、最低値を示すSta. 27以外はすべて6.50φ以上のまわめて細かい泥質である (Table 30)。この水域に含まれる各地点の0.1 m²あたりの平均分佈種数は22.7種、1 m²あたりの個体数密度は435.0個体を示すが、いずれも沿岸寄りの水域に比べて著しく貧弱である。また、生物量は17.39/m²を示し、これもまたA水域に比べてわづかながら劣る。動物分類群別の個体数組成ではやはり多毛類が過半数 (52.1%) を占め、甲殻類が18.9% の値を示してそれにつぐ。ここでの卓越種である多毛類の *Aglaophamus jeffreysii* は全体の10% を越える個体数組成率を示す。また、*Byblis* sp. A も8.8% の組成率を示してこれにつぐが、これはSta. 11で特異的に出現するのみで、*Aglaophamus* のようなここでの普遍的な出現種ではない。他には多毛類の *Lumbrineris* sp. B、クモヒトデ類の *Amphiodia craterodonta*、二枚貝の *Ukagayaka* がそれぞれ

れぞれ 6% 及び 13% の組成率を占める。

この水域は *Tharyx annulosus* および *Nephtys* sp. B の卓越で特徴づけられる水域で、西部の丹後半島沖の水深約 300m から沖合の範囲に広がる 3 地点 (Sta. 7, 8, 12) と若狭湾東部域沖合水深 290m に位置する 1 地点 (Sta. 21) を含む。底質は一律に細かく、Md 値で 6.50φ から 7.56φ の範囲の値をとる。ここでの 0.1m² あたりの平均出現種数は 16.7 種、1m² あたりの個体数密度および生物量はそれぞれ 306.0 個体、15.2g を示し、いずれも値はすこぶる低い。動物分類群別の個体数組成では多毛類の卓越が著しく、ほぼ 70% の組成率を示す。他には、ヤシダウミヒトヤツノガイ類 (ウチヅノヒトヤツノガイ) などが比較的高い優占順位を占める関係で、軟体動物が約 20% の組成率を示して注目されるが、逆に甲殻類の組成率の低下は著しく、ほぼ 5% となる。ここでの標徴種である *Tharyx annulosus* と *Nephtys* sp. B はそれぞれ 9.2% および 8.2% の組成率を示す。ユキヤナギガイも *Tharyx annulosus* と同じ組成

率を示して卓越するが、ほとんどが Sta. 21 で得られたものである (Fig. 65)。他に *Tharyx* sp. B, *Praxillella gracilis*, *Lumbrineris abyssalis* などそれぞれ 4.4 % から 3.0 % の組成率を示して優占順位の比較的高位を占めながら、これは他種の相対的な密度低下によってもたらされた側面が強く、これらはどちらかと言えば B 水域から C 水域にかけて広く分布する種群と言える (Fig. 65)。

D 水域はクモヒトデ類の *Eozokshi* / ハクモヒトデ, カギクモヒトデや多毛類の *Lumbrineris* sp. B, *Maldane cristata*, *Glycera capitata* などの優占的な分布によって特徴づけられた 6 地点 (Sta. 14, 18, 20, 24, 25, 26) を含む。これらはいずれも水深 200m 前後より沖合の深部に位置するが、丹後半島側の 1 地点 (Sta. 14) を除いた残りの地点はすべて若狭湾東部の越前海岸沖に集中する。各地点の底質 Md 値は 3.74 φ から 6.24 φ の範囲にわたるが、前節で述べた通り、この水域は深度の割には底質の粗いところである (

Table 30, Fig. 63)。ここでの 0.1 m^2 あたりの平均出現種数は 16.8 種、また 1 m^2 あたりの密度は 3987 個体とかなり貧弱な分布を示すが、クモヒトデ類の大量分布によって生物量は 41.9 g/m^2 とかなり高い値を示すのが注目される。

動物分類群別の個体数組成では、やはり多毛類が過半数 (52.4%) を占めながら、甲殻類、軟体動物を除いた残りの動物群も合せて $\frac{1}{4}$ を越える組成率 (25.7%) を示す。そして、これらほとんどんじがクモヒトデ類によって占められている。ここでは、*Lumbrineris* sp. B が 17.8% とかなり高い組成率を示して最も卓越し、クモヒトデのエゾクシノハクモヒトデも 13.7% を占めてこれにつぐ。さらに、カギクモヒトデ、*Amphiura* sp. などの別なクモヒトデ類も 3.5% と組成率は低いが上位を占める。一方、優占順位ではかなり下位ながら、前述の B 水域で卓越した *Byblis* sp. A や *Aglaophamus jeffreysii* も優占種群中に出現し、とりわけ、後者は出現頻度もかなり高かった点は注目すべきであり、

これらの事実から、当水域の優占種群の種組成はB水域のそれと異相として位置づけられ、そのかも知れない。

E水域は浦島礁斜面部の水深160m域に位置するST10によって代表される水域で、底質はMd値で1.37φとまわめて粗いところである。ここはウテツ / *Striodentalium rhadotum* および別の1種のツノガイ類の顕著な卓越によって特徴づけられた、かなり特異な種組成を示すところである。複数採集による0.1m²あたりの平均出現種数は21.0種、1m²あたりの個体数密度および生物量はそれぞれ410.0個体、9.0gを示し、とりわけ、生物量分布が貧弱なのが眼につく。動物分類群別組成では、ツノガイ類を主とした軟体動物がほぼ半数(45.1%)を占め、ツノガイ以外には *Maldane cristata*、二枚貝の1種(シマクシガイ科?)、*Glycera capitata* などが比較的組成率の高い種群である。

F水域はクモヒトデ類のクシノハクモヒトデの著しい卓越によって特徴づけられた水域

で、若狭湾中央部沖合の水深320m前後のところに隣り合った位置する2地点 (Sts. 13, 17) を含む。底質のMd値はそれぞれ6.47から6.72で、いずれもシルト・粘土分が主体のかなり細かい粒度を示す。0.1m²あたりの平均出現種数は26.0種、1m²あたりの個体数密度は670.0個体といずれもそれほゞ値は高くないが、D水域同様クモヒトデ類の卓越によって生物量は76.5gと他水域に比してむしろ高い値を示す。動物分類群別組成では多毛類、軟体動物、甲殻類を除くその他の動物群の組成率が合せて50%を越えよが、そのうち47%はクモヒトデのクミノハクモヒトデによって占められている。

第3節 論 議

前節で若狭湾沖合海域の小型マフロベントスの分布パターンについて述べたが、その結果には当海域底部の生物環境特性も示唆するいくつかの興味深い知見も含まれている。ここではそれらの各々について指摘できるとともに、海底環境との関連で若干の検討を加えた。

まず最初に注目しなければならぬのは、水深150m域を境に沿岸部と沖合部でほぼ完全に分布種が入れ代る事実である。そして、150m以浅域で卓越する多毛類の *Nephtys* sp. A, *Prionospio steenstrupi*, *Paralacydonia paradoxa*, *Chone filicaudata* などの各種は前章で述べたように、いずれも丹後海湾口部の水深70m以深域における卓越種であり、これは特徴種となっており、明らかにここは丹後海のD水域の沖合への張出し部にあたる。したがって、ここに発達する前述の下部浅海帯群集の沖合への広がりとはほぼ水深150m付近までと結論づけられる。水深150m付近に種分布の明瞭な不連続帯が存在する事実は、当海域

の底生魚類群集においてもすでに認められて
おり、たとえば、1978年にベントス調査と同
時に行なわれて魚類相調査でも、水深120mか
ら150m付近でそれまでのタマガシゾウビョウ
Pseudorhombus pentophthalmus、ネズツボ類をはじめとす
る沿岸性種を主体にした沿岸性底魚群集が、
キンカシカ *Cottiusculus schmidtii*、ビクニン、*Liparis*
tessellatus、ヒシヅロ *Glyptocephalus stelleri* などが主
体の冷水性底魚群集にすっかりおき代るこ
が明らかにされている（横田他、未発表）。
日本海の動物群集の特徴について論じた NISHI-
MURA (1965-1969) は、日本海の堆積物底で漁業者の
間で広く認められている「オカ場」、「タラ
場」という2つの棲所 (habitat) の存在で、そ
れまでに得られていた動物分布や海洋構造に
関する知見を援用して実証し、前者が暖海性
種により構成される動物群集を発達させるの
に好し、後者に発達する群集は寒海性種が主
体となっていることも明らかにした。そして、
この両棲所は水深150m付近を境に垂直的には

より分け、その接点に中間域はほとんど形成されないとしてゐる。今回の結果は明らかにこの指摘に沿ったものであり、したがって、ここでいう沿岸群集は NISHIMURA のいう「オカ場群集」に、沖合群集は「タラ場群集」にそれぞれ相当するものであることは論を待たない*。

そして、さらに NISHIMURA (1966) はこの両棲所にそれぞれ複数の群集の存在を認め、とくに「タラ場」域には3群集が互いに分布水深をわけて存在することも明らかにした。たとえば、オノタラ場群集は亜寒帯の潮下帯生息種を含み、日本海東部および南部では水深150mから

* ただし、多毛類について言えば、

NISHIMURA (1966) でタラ場群集の構成要素と

いわれている *Travisia forbesii* や *Prionospio steenstrupi*

が、今回の結果ではむしろ沿岸群集（オカ場群集）に含まれるなど、両者の

間には若干の不一致点が存在することも

も事実である。

250m にかけての水域，とりわけ 200m 付近に発達する。魚類ではホッペ *Pleurogrammus azonus*，ウスバイル *Sebastes thompsoni*，ユマソイ *S. nivosus*，エゾクシイル *S. taczanowskii*，ソウハチ *Cleisthenes pinetorum herzensteinii*，ヒレグロ *Glyptocephalus stelleri*，マコガシイ属 (*Limanda*) の数種，棘皮動物ではエゾクシノハクモヒトデ，多毛類では *Maldane sarsi*^{*}，*Scoloplos armiger* などが含まれる。また，オヌタウ場群集は水深 200m から 300m にかけて発達し，アカガレイ *Hippoglossoides dubius* が主体の群集である。他に魚類ではハタハタ *Arctoscopus japonicus*，ステトウダウ *Theragra chalcogramma*，マタウ *Gadus macrocephalus*，ハッペ *Sebastes owstoni*，多毛類では *Prionospio steenstrupi*，*Travisia forbesii* なども含む。さらに，オヌタウ場群集は水深 300m 以深に発達するノロアンテ *Allolepis hollandi* が主体の群集で，他に，タナカアン

* 最近の今島の研究によれば，従来 *M.*

sarsi とされていた種は *M. cristata* の間違

いであるという (IMAJIMA, 印刷中)。

Lycodes tanakai, クロテンテ *L. diapterus nakamurai* など
の テンテ 類および セツパリカジカ *Malacocottus gibber*,
ニラミカジカ *Triglops uchidai* などの カジカ 目の 魚
類や, クモヒトテ 類の *Ophiura sarsi sarsi* なども含
む。ところで, 今回の結果をこれと対比させ
てみると, ある面ではこの NISHIMURA の指摘にか
なりよく合致するが, 同時に, このような単
純な図式で律し切れぬ点の多いこともまた
事実である。その存在水深範囲から推して,
多分日本水域で認められる種組成パターンはオ
2タウ場群集に, そして, その沖合のC水域
のそれはオ3タウ場群集にそれぞれ含まれる
ものであろう。したがって, 各水域で優占的
に出現した多毛類の *Aglaophamus jeffreysii*, *Tharyx annulosus*,
Nephtys sp. B なども, それぞれの群集を特徴づけ
る種群としてつけ加え得る。また, 東部の越
前海岸沖のD水域は, 前述のように, クモヒ
トテのエゾクシノハクモヒトテや多毛類の
Maldane cristata の卓越で特徴づけられるが, この
ような種組成の特徴は NISHIMURA(1968)のいうオ1タ

う場群集のオ2型のそれに匹敵する*。このオ1
タう場群集オ2型の分布は、オ1型と同様
主に沿岸部に限られるが、日本側ではほぼ秋
田付近が南限になっていものに対し、大陸側
ではかなり南の方にまでながり、分布域の末
端部は朝鮮半島東岸沿いを経て山陰沿岸部に
まで達するという (NISHIMURA(1968))。しかし、この
ように若狭湾海域でオ1タう場群集オ2型に
匹敵する種組成パターンを示す水域が存在す
るという事実は、秋田付近にあるとされてい
た日本側の分布域の南限が、少なくとも若狭
湾海域にまで達していることを示すか、ある
いは大陸側を南下して山陰沿岸にまで達する
とされた分布域の末端部がさらに東部になが

* ただし、NISHIMURA の指摘で同じくオ1
タう場群集に含まれる魚類のヒシグロ、
ソウハテなどはむしろ西部域に分布が
偏り、小型マクロベントスの分布とも
うたく異なる点は興味深い。

り、それに若狭湾海域も含まれることを示すかのどちらかである。そして、このいおれにしても、日本側の中央部沿岸で同型群集を欠いているとしたNISHIMURAの指摘とは異なり、それが日本側沿岸部でもかなり広範囲に広がっていることは間違いない。

ところで、このようにみても、若狭湾中央部沖合の「フシノハクモヒトテ」の卓越で特徴づけられる下水域をどのように位置づけるかが問題となる。後述のように、丹後半島沖でみられる種分布パターンの規則的な成層構造が、若狭湾沖ではかなり圧縮されて沿岸に接近する傾向にある点に注目すれば、この水域を下水域のさらに沖合に配置されるべきものとして位置づけられなくもない。事実、タラ場域において上述の3群集以外の群集の存在の可能性を示唆した知見もみられる（尾形他、1977）。しかし、ここで興味深いのは、この「フシノハクモヒトテ」がむしろインド—西太平洋に主に分布する暖海性の種であること

れている点であり (IRIMURA, 1979, 1981)。この事実
は、タラ場群集が寒海性の種によって構成さ
れている点も前述の規定とは明らかに矛盾する*。
したがって、クシノハクモヒトデの卓越を基
調にしたここでの種分布パターンの特徴を、
タラ場群集の一側面として一般化するのには
お早計に失うであらう。ただ、本種は佐渡
島周辺海域においてモカク深部域 (水深250
- 400m) から記録されており (IRIMURA, 1979)、タ
ラ場域において暖海性のクシノハクモヒトデ
が卓越するという、一見奇妙な現象は、若狭
湾海域だけに限られたことでもなさそうであ
る。これも、日本海の深海部において南方系
の深海性種が卓越することはないとした NISHI-
MURA (1968) の見解とは一致しないところである。
以上のような訳で、水域下の位置づけについ

* 日本域 (オホタラ場群集) の卓越種

である *Aglaophamus jeffreysii* も南方系の種であ

るといわれている (IMAJIMA and HARTMAN 1964)。

では、クミノハフモヒトデの分布特性の問題
とも絡めて、さらに検討を要する課題として
おきたい。

ところで、D水域にしろF水域にしろ、ク
モヒトデ類の卓越で特徴づけられる水域は、
いずれも調査海域の中央部から東側に偏って
いる (Fig. 65)。この点は、B、C両水域が逆
に西側の丹後半島沖でとくによく発達してい
る点と合せて、水域配置の東西不同性の問題
として興味深い。そして、このことによっ
て示される各種の分布パターンの中でも特異的な偏
りは、小型マクロベントスに限ったことでは
ない。たとえば、1972年の漁獲統計 (水産庁
沖合漁業課他, 1974) をもとに、調査海域内
の各漁区の1曳網あたりの漁獲量をみると、
ソウハチ、ヒシクロなど若干の魚種で明らか
に西部域の漁区に偏った漁獲量分布が認めら
れるが (Fig. 68)、これも種特異的な分布パタ
ーンの偏りの好例として挙げることもできよ
う。これらの事実を、疑いもなく当海域の海

底環境が、単純な水深対応型ではなく、調査海域を通じてかなり不均質であることもうかがわせるものがある。大小無数の礁群の存在や、陸岸の大規模な湾入に伴う等深線のめまぐるしい曲折といった海底地形の複雑さ⁵が、海底環境を不均質なものにしている大きな要因と考えられるが、海底地形の状態から推して海底環境は西部域よりは中央部¹⁰な¹⁰東部域¹⁰でより複雑であるに違いない。西部域の丹後半島沖でみられた水域配置の成り構¹⁰造¹⁰が、中央部の若狭湾沖では、陸岸の湾入に引きずられるように沿岸方向への圧縮傾向を示して、ほぼ同一水深帯でモザイク状に配置するようになっているのは、そのことを強く示唆している。NISHIMURA(1969) はオス¹⁵あ¹⁵び¹⁵オ¹⁵タ¹⁵ラ¹⁵場¹⁵群¹⁵集¹⁵がそれぞれ異なる水塊の支配下にあることを指摘しているが、西部域での水深と明確に対応した水域配置はそれを裏づけるものと言えよう。そして、中央部での各水域の接岸傾向とモザイク状配置は、底層水の湧昇とそれ

に伴う各水塊の成層構造の解消に基づいたものと考えられる。一方、オ1タウ場群集については、NISHIMURA はそれを支配する特定の水塊の存在を示唆する確証を得ておらず、むしろに日本海の下層水系 (Lower Water System) の上層に位置する南部下層水 (Southern Lower Water; オ2タウ場群集はこの中核水によって支配されている) の最上層縁辺部の影響下にあると指摘するにとどめられている。しかし、若狭湾海域で NISHIMURA のいうオ1タウ場群集に相当すると考えられるD水域では、エゾクシノハクモヒトデ、カブクモヒトデ、*Luibrineris* sp. B, *Maldane cristata*, *Glycera capitata* などがかかり顕著な集中分佈を示すことから考えて、やはりそれを支配する特定の水塊の存在も想定するのが妥当ではないだろうか。たとえば、Fig. 69 に示したように、若狭湾東部域の深層部——丁度D水域が位置するあたり——にはしばしば暖水塊が出現するが (舞鶴海洋气象台, 1975a, b, 1976), これなどもD水域に生息する動物にとって、特別

の意味を持ってゐる可能性は十分にある。

以上に、当海域の水域配置の東西不同性の問題も、主に当海域深部部の水塊構造の特性との対応で種々検討したが、一方、とくにフモヒトデ類の東部域への偏在に関しては、当海域の海底地形の特性とも密接に結びついてゐる可能性がある。

当海域の海底地形についての東西での最も大きな相違として注目されるのは、両域の海底面の傾斜の程度である。50m間隔で引いた等深線の走り具合 (Fig. 62) から明らかなように、西部の丹後半島沖では海底面はなだらかに下降し、とりわけ250m以深域でこの傾向が著しい。これに対して東部の越前海岸沖では斜面はかなり急である。つまり、フモヒトデ類の分布は基底の傾斜の急なところの方に集中してゐる訳である。事実、D水域で卓越したカギクモヒトデは斜面に生息する種とされてゐる (入村, 私信)。それでは、斜面部への分布というものが彼等にとっていかに

うな意味を研ぎっているのであらうか。これは
で度々指摘されているように、海底面の傾斜
は底層水の挙動に大きな影響を与え、斜面の
急な東部域はいっそうなにより底層水の動き
が活発なことが予想される。第1節でみたよ
うに、東部域の方で底質粒度がより粗い傾向
を示す事実 (Table 30, Fig. 63A) はこのこと
を裏づけるものである。したがって、このよ
うな底層水の動きというものが、クモヒトデ
類の分布に重要な影響を及ぼしている可能性
は高い。そして、一度このようなクモヒトデ
類の濃密分布域が出現すると、そこではそれ
によって他種の分布は当然大きな制約を受け
る筈である。B, C 両水域の優占種が東部域
で目立っている理由の一つには、このようなク
モヒトデ類による阻害作用もあるのかも知れ
ない。

以上、ここでは若狭湾周辺の沖合海域の小
型マクロベントスの分布パターンの特徴につ
いて、NISHIMURA (1966, 1968, 1969) の見解も援用しつつ

論いたが、そのパターンは複雑で、必ずしも NISHIMURA の指摘に従わない点もいくつか認められた。ひとつには、今回とは異なり NISHIMURA の場合には主に底曳網で得られたメガロベントスを対象に論いた結果であることもあろうが、上にみたように、分布パターンが海底地形の形状に大きく影響を受けており、形状の複雑な当海域では、分布パターンの特殊な面が強調され過ぎていゝ恐れなしとしな。隣接海域での知見の蓄積も待てさらに検討を深める必要がある。

第9章 総合論議

第1節 若狭湾海域における小型マクロベントスの量分布の特徴

これまでの章で、調査を行なうことのできた若狭湾およびその周辺の諸海域の小型マクロベントス群集の性状について、各海域毎に逐次述べてきたが、最後にこれらの結果を総合して、若狭湾海域全体としての小型マクロベントス群集の分布特性およびそれと底質粒度との関係などについて検討を加え、本論を締めくくることにする。

最初に、主に春季（沖合域については夏季）に得られた資料に基づいて、各水域の分布種数、個体数密度および生物量といった群集構造の質的および量的特徴を示す各要素に注目し、それぞれの分布傾向について述べる。

一連の調査で得た各地点の小型マクロベントスの単位面積あたりの種数、個体数および生物量は、いかなれも地点差が大きく、それぞ

れ 2 - 136 種/ 0.1m^2 , 20 - 13,020 個体/ m^2 , 0.3 - 178.9 g/m^2 の範囲の値を示した。各地点の値の分布傾向を地図上に示すと Fig. 70 a-c のようになり、また Table 33 には各水域別に 1 地点あたりの平均分布種数 ($/0.1\text{m}^2$)、平均個体数密度 ($/\text{m}^2$) および平均生物量 (g/m^2) とそれぞれの 95% 信頼限界値を示している。

Table 33 から明らかのように、種数分布では舞鶴湾内の諸点で α 値が、平均 10.8 種/ 0.1m^2 と他水域に比べてきわめて貧弱で、敦賀湾や小浜湾などの他の内湾泥底部での値と比較しても有意に低い。 0.1m^2 あたり 30 種を超える地点はまったく認められず、ほとんどの地点は 15 種にも達しない (Fig. 70 a)。一方、若狭湾湾口部およびその沖合を含む陸棚外半部 (outer shelf) から陸棚縁辺 (shelf edge) にかけての水域は、内湾部の敦賀湾や小浜湾の砂泥底とともにきわめて豊富な種数分布を示す。ほとんどの地点で 0.1m^2 あたり 40 種以上の分布がみられ (Fig. 70 a)、平均種数分布では 40 種前

後からそれ以上の値を示した (Table 33)。なかでも、湾口の経ヶ岬沖の白石礁の周辺や冠島周辺で高い値を示す地点が認められ、とくに、白石礁周辺の4地点ではすべて100種以上のひとまわ豊富な種数分布を示した (Fig. 70a)。しかし同じ陸棚部でも、70m以浅の湾入部泥底の諸点では、平均21種とかなり種数分布が貧弱で、外半部の砂泥底とは著しい対照をなす (Table 33, Fig. 70a)。また、沖合の水深150mから400mにかけての大陸斜面部でも同様に種数分布は貧弱であり、各地点での出現種数の平均値は20種に達しない (Table 33)。

個体数密度分布も種数分布とよく似た傾向を示すが、より複雑である (Fig. 70b)。最も豊富な分布がみられるのは、小浜湾や敦賀湾など内湾部の砂泥底であり、ほとんどの地点で2,000個体/m²を越え (Fig. 70b)、平均値ではそれぞれ5,874.5個体/m²、4,087.7個体/m²と水域別での最高値を示す (Table 33)。なかでも、小浜湾や敦賀湾の砂泥底にはとりわけ豊富な

動物分布を示す地点がみられ、 $13,020$ 個体/ m^2 と筆頭にこれらの諸点はいずれも $10,000$ 個体/ m^2 前後の高い値を示したが、すべて多毛類の *Polydora flava orientalis* や端脚甲殻類のクビナガスガキなどの特定種の大量分布によってもたらされたいものである。若狭湾の $20m$ 以浅の沿岸部砂質底でも、他の水域に比較して有意に高い値が認められた ($3,086.5$ 個体/ m^2)。一方、種数分布が主であった豊富であった陸棚外半部の諸点での個体数分布はそれほど高密度ではなく、その平均値は $1,000$ 個体/ m^2 をわずかに越える程度である ($1,126.2 - 1,221.3$ 個体/ m^2)。ただし、種数分布のひとより豊富であった白石礁周辺の4地点では、やはり $2,000$ 個体から $4,000$ 個体の範囲の高密度分布が認められた (Fig. 70b)。これとは対照的に、舞鶴湾では多くの地点で $1m^2$ あたり 300 個体以下の値を示し、平均値でも 312.0 個体/ m^2 と種数分布の場合と同様、各水域の中では最低の値を示した (Table 33)。しかし、東西両支湾の最湾奥の富

栄養傾向の著しい地点では、シズクガイの高密度分布が認められるため、 1 m^2 あたり1,000個体を越える値を示す。沖合の大陸斜面部の地点も400個体/ m^2 前後のかなり低い分布密度を示し（平均419.0個体/ m^2 ）、越前海岸の大型天然礁「玄達瀬」上のかなり高い値（1,320個体/ m^2 ）を示す1地点を除けば、沿岸から沖合に向うにつれての個体数密度分布の低下の傾向は明らかである（Fig. 70b）。このような傾向は、個体数密度（abundance）は水深とともに指数関数的に減少していくとした、ROWE *et al.* (1974) の指摘に沿ってはいるが、その理由として、表層の生産力との関わりを強調してその見解に単純に従えないのは、後述のように、当海域の生物量分布が同じような傾向を示さないからである。

Fig. 70cに示したように、生物量の場合は、豊富な分布を示す地点が、内湾の湾奥部や若狭湾沖合大陸斜面部へ水深200-300 m域に集中し、これらの諸点ではいずれも $20\text{ g}/\text{m}^2$ を越

える高い値を示す。最も高い値 ($1720 \text{ 個}/\text{m}^2$) を示したのは小浜湾の西側の湾奥部入江内の1地点で、前述のように、ニ枚貝のホトトギスの高密度分布 ($1,220 \text{ 個}/\text{m}^2$) によるものである。また、水域別の平均値をみても、最も高い値を示すのは小浜湾で、泥底、砂泥底とも $35 \text{ 個}/\text{m}^2$ を越える。とくに注目すべきは、敦賀湾では泥底と砂泥底とで生物量の差がきわめて大きいのに対し、小浜湾では両者でほとんど差がないことである (Table 73)。大陸斜面部でも平均 $28.2 \text{ 個}/\text{m}^2$ とかなり高い値を示すが、逆に、若狭湾の湾口部付近の砂泥底は、種数、個体数分布のきわだいて豊富であった。白石礁の周辺の地点を除いて、生物量分布は貧弱で、ほとんどの地点で $20 \text{ 個}/\text{m}^2$ を越えない (Fig. 70c)。一方、種数、個体数密度分布とも最も貧弱であった舞鶴湾の場合は、湾奥部を中心に比較的大型の個体の高頻度の出現により、生物量分布そのものは外湾部に比してとくに劣ることはい。最低値はむしろ敦賀

湾の泥底でみられたが、ここでは小型採泥器を用いているため、前述のように、生物量の過小評価の可能性は否定できない。ただ、同じ採泥器を用いた小浜湾でかなり高い値が得られていたことも考えれば、敦賀湾泥底部での生物量分布の相対的な貧弱性は明らかである。

以上のように、当海域の小型マフロベントス群集の種数、個体数密度、生物量の分布様式には、各水域でそれぞれ特徴的な様相を呈しつつも、沿岸部から沖合に向けて一定の傾向が認められる。Fig. 71には若狭湾の沿岸部から沖合にかけての諸点について、種数、個体数密度、生物量を水深との対応で示したものであるが、図から明らかなように、種数および個体数密度の場合、その分布様式は水深との明瞭な対応を示す。どちらも水深20m前後のところで最初のピークを示した後急減し、水深60m付近までかなり低い値を示すが、それ以深の陸棚外半部から縁辺部で再び値の急

増加認められ、水深 100m 付近のところに別のピークが存在する (Fig. 71)。そして、水深 100m から 150m にかけて値は再度急減した後安定し、少なくとも水深 400m 付近までは、地点差はみられるものの、特定の変化傾向は認められない。一方、生物量の場合は、前者はこれらの傾向は明瞭ではないが、水深 100m 以浅域ではほとんどの地点の値が $20 g/m^2$ 以下のところに集中するのに対し、沖合の深部域では $60 g/m^2$ を越える高い値を示す地点が頻出する。一方、 $10 g/m^2$ に満たない貧生物量分布地点も存在するが、地点による値のばらつきが大きい。ROWE et al. (1974) が指摘するような水深と生物量の相関を認めることは困難である。

陸棚外半部から陸棚縁辺部にかけて豊富な動物分布が認められるという事実は他海域においても指摘され (DAY et al., 1971; BILYARD and CAREY, 1979)、その理由も底質の粒度特性に求められているが (BILYARD and CAREY, 1979)、当海域での水深に伴う種数、個体数密度の分布特性が底質粒度

と密接な関係にあることは前の各章で指摘した通りである。つまり、ビーフのみうれ水水深20m付近および80mから100mにかけての水域が、どちらも砂質分と泥分が適度に混じり合ったいわゆる砂泥底ないしは泥砂底であり、また、貧弱な分布を示した水深30mから50mにかけての水域や、150m以深域はいずれもシルト・粘土分が主体の泥底である。このような傾向はまたに PARKER(1956) がミシシッピ河口デルタ地帯において認めたと同様であり、他にも同様な指摘は多い (HORIKOSHI, 1970; CHRISTIE, 1975)。その他、白石礁や玄達瀬といった天然礁の周辺の地点で、周囲に比してとりわけ高い値を示すのも、また逆に、舞鶴湾での分布が極端に貧弱であったのも、やはり底質の堆積型と動物分布様式との上記の関係を敷衍して説明できる。底質と動物分布様式とのより具体的関係については次節でさらに詳しく論じる。

ところで、当海域の諸点で得た種数、個体数密度および生物量の値は他海域のそれらに

比べてどのように位置づけられるのだろうか。この点を明らかにするために、これまでに報告されている諸結果のうち調査方法などが比較的類似したものを選出し、それぞれの比較を行なった。ただし、種数に関しては扱っている場合が少なく、たとえ扱っていても基準面積が異なるため、直接的な比較が容易ではないことが多いので、ここでは検討の対象からは除外した。

Table 24aによれば、日本各地の内湾部における底生動物の分布は、個体数密度で 200—2,000 個体/ m^2 、生物量では 10.4—175.1 g/ m^2 の範囲の値もそれぞれ示す。したがって、若狭湾海域での個体数密度および生物量ともほとんどこれらの範囲に含まれ、むしろ、平均個体数密度で 1,000 個体/ m^2 以上を示す小浜湾や敦賀湾はかなり動物分布の豊富な方に位置するといえる。

一方、陸棚縁辺部から大陸斜面にかけてはこれまでにあまりまとまった報告がなく、Table

34bに示されているのはごく限られた地域の結果である。これによれば、ROWE et al. (1974) や SANDERS et al. (1965) は西部大西洋の陸棚部から大陸斜面部にかけての海域で、数千から20,000個体/m²と、若狭湾海域に比して著しく高い個体数密度の値を得ているが、これは前述のように、彼等が篩別には0.42mmという非常に細かい網目を用いていることによるものであろう。むしろ、個体数密度の割に生物量の値が著しく低いのが注目される。クモヒトデ類などの集中分布で、沿岸部よりもむしろ高い値を示す今回の若狭湾沖合域の結果とは対照的である。若狭湾での結果は、HORIKOSHI (1970) の相模湾でのそれに匹敵するといえる。

ところで、堀越 (1976)、HORIKOSHI (1977) および HORIKOSHI et al. (1977) は、各海域の測点での生物量を少から多の順に累積して曲線を描くと、大きく3つの曲線の束にまとめられることを指摘し (Fig. 72の陰影部分)、各束が食生物量、中生物量、富生物量の乾りゅうをそれぞれ

れ示してゐるに於ては、今回の若狭湾海域
での結果もその曲線群に重ね合せてみると、
舞鶴湾や敦賀湾泥底などの内湾泥底部は食生
物量の乾ちゅうに含まれ、小浜湾や沖合大陸
斜面部は中生物量の乾ちゅうに含まれるのが
わかる (Fig. 72)。そして、若狭湾湾口部も含
む陸棚外半部から陸棚縁辺部の水域はその両
者の中間に位置する。

5

10

15

第2節 動物分布と底質との関係

前節で強調したように、当海域の小型マクロベントス群集の量分布パターンは底質型分布と密接に対応しており、底質型が動物分布に大きな影響を及ぼしていることはほぼ間違いない。実際、これまでに動物分布と底質型との関わりについて論じた業績は SANDERS(1958), GRAY(1974)をはじめ数々にいとまがないほどである。しかし、これらの諸知見は互いに必ずしも完全な一致をみたものではな。とりわけ、底質のうちどの部分が動物の分布決定により支配的に関与しているかという点については、研究者の間でその見解は多様に分れる。そこで本節では、若狭湾海域全体について動物分布と底質型との関係をもう一度見直し、両者の具体的な関係を明らかにするとともに、合せてその理由についても若干考察を加えてみた。

Fig. 73 には、1974年から1980年にかけて得られた若狭湾沖合、丹後海(1976年および1978

年), 若狭湾越前海岸地先, 舞鶴湾, 敦賀湾
および山浜湾での結果をもとに, 各地点での
種数, 個体数密度および生物量と底質のMd値
との関係を示している。図から明らかなよう
に, 種数および密度に関しては, 値のばらつ
きはあつたものの, Md値との間に比較的明瞭な
対応関係が認められ, 前者ではMdで2φ付近
に, そして後者では3φ付近にそれぞれ最大
値が存在する。そして, 底質粒度がそれより
細かくても粗くても値は低下する傾向にある。
しかし, 生物量の場合には, 底質Md値との間
にはほとんど明瞭な関係が認められず, ねず
かに, 1φ以下の底質のまわめて粗い砂質底
でおおむね10g/m²以下の貧弱な生物量を示す
点や, 逆に200g/m²前後のひとまわ高い生物量
はほとんどの場合5φ以上の泥底に限られる
といった点などが注目されるに過ぎない。し
たがって, この図からは, 底質が細かくな
るにつれて分布種が大型化する傾向はうかがう
ことはできても, それ以上に両者の具体的な

関係を把握するのは困難である。事実、今回の一連の調査でも、底質の各要素と生物量との間で特定の関係を示唆する情報はほとんど得られなかった (Table 35c)。そこで、生物量に関する議論はひとまずここで置き、以下では種数および個体数密度と底質との関係に絞って議論を展開していくことにする。

上述のように、種数および個体数密度とも底質粒度とかなり密接な対応を示したが、底質各要素のうちどれが最も強く関わっているのかも知るために、水域毎にそれぞれの間の相関係数を求めたのが Table 35a-c である。その傾向は各水域で多少の相違を異にするが、種数および密度について言えば、両者とも総じて底質の微細部分 (シルトおよび粘土) との関係が強いようである (Table 35a, b)。とくに、シルト組成率との間の相関が最も強く、種数および密度とも 0.1% 水準でも 8 例中 5 例がそれぞれ有意の相関を示した。

Fig. 74a, b は、このような種数および密度と

シルト組成率との関係を工うに具体的にみたものである。どちらの場合も値のばらつきが大きいから、各組成率での上限値は明らかに特定の傾向のもとにあることが読みとれる。種数の場合、シルト組成率8%付近のところに0.1m²あたり136種の最大種数分布が認められるのをはじめ、高い値を示す地点が集中し、組成率がそれ以上でもそれ以下でも種数は減少する (Fig. 74a)。とくに、シルト組成率の増加に伴う減少傾向は示唆的であり、各組成率での最大種数は、図中に示した直線 ($Y = 147.9532 - 1.3606X$, Y : 種数, X : シルト組成率) を越えることはない (Fig. 74a)。一方、個体数密度の場合も、組成率10%以上の範囲では、大勢として組成率の増加に伴い密度は減少傾向を示すが、組成率が10-15%のところで10,000個体/m²前後のむしろ高い値を示す数点がみられ、他、65-80%のところで4,000-5,000個体/m²のかなり高い値を示す地点が散見されるため、各組成率での最大値を結

が線は、種数の場合のようにな単純な直線型ではなく、むしろ両翼にピークのある双峰型である (Fig. 74b)。

このように、当海域の種数および密度分布は水域毎に特異な様相を呈しつつも、全体としては底質中の微細部分、なかでもシルト量との間にかなり密接な関係のあることが明らかになったが、つぎはこの点を他の研究者の知見と比較検討してみたい。

種数または個体数密度分布が底質の微細部分に強く支配されている事実は、すでに多くの研究者に指摘されているところであるが、粘土分との関係を強調する場合 (NICHOLS, 1970; CHRISTIE, 1976; MAURER *et al.*, 1978) や、むしろシルト分の存在に注目する場合 (JONES, 1952; ANDERSON, 1972; EAGLE, 1975; ABELE and WALTERS, 1979a), あるいはシルト・粘土分総体との関連を指摘する場合 (SANDERS, 1968; HORIKOSHI, 1970; LIE and KISKER, 1970; CHRISTIE, 1975) など、研究者によりその見解は異なる。しかも、同じシルト分との関係を重視する場合でも、その関係

する主体が種数であつたり (JONES, 1952; EAGLE, 1975),
その両方であつたり (ANDERSON, 1972) で、諸見解
はあまり統一的なものとは言えない。このよ
うに、研究者により見解が多様に異なる理由
の1つとして、ここに引用した知見がいずれ
もある限られた特定の水域について得られた
ものであり、その結果がそれぞれの水域の環
境の特殊性もかなり色濃く反映したものであ
ることによりもたらされている可能性が指摘
できる。このことは、今回の結果で、種数お
よび密度と底質諸要素との相関関係が水域に
より異なっていたことから容易に推測され
る。さらに、同一水域においても、沿岸浅所
と沖合深部とでは、動物分布と環境要因との
関係がかなり異なることが東・陣野 (1980)
によって指摘されている。これらの諸事実は、
動物分布と環境要因との関係がかなり複雑で、
一律に論じることの危険性を示唆するものと
して注目される。しかし、Table 35a-c および
Fig. 74a, b. が若狭湾海域のかなり多くの水域

での結果も含んでものである点も考慮すれば、少なくとも、各底質での分布種数の最大値が底質中の微細粒子、とりわけシルト量と密接に対応しているとしたことでの指摘は、かなりの普遍性を持った現象として理解され得るであろう。

ところで、底質中のシルト組成率の変化に伴い、具体的に各種がどのような消長パターンを示しているのかは興味のある点である。そこで、多毛類に焦点を当ててこの点を少し掘下げてみたい。

Table 36には1978年の5月から6月にかけて丹後海の定線A上の各調査地点において得られた結果をもとに、水深の増加に伴う主要多毛類各種の出現状況を示している。前述のようには、丹後海は水深20mから60m域にかけてシルトが主体の泥底が広がる一方、その沖合には細砂域が発達するなど、多様な底質型の分布で特徴づけられる(Figs. 41, 59)。そして、このような底質型の変化に伴い出現種も

多様に変化する。シルト組成率が最も高くなる水深40m付近で分布種数は最低となり、それよりも沿岸寄りおよび沖合寄りの両側で、シルト組成率の減少に伴い種数の増加がみられることは前述の通りである。そして興味深いことに、泥底に出現する種群は、*Spiophanes kroyeri*, *Magelona japonica* などのごく一部を除く大部分が、底質型の変化にほとんど影響されず、ほぼ全域にわたって出現する種によって占められているのに対し、20m以浅や40m以深の細砂底における分布種の増加は、上述の泥底分布種に加えて砂質底にのみ分布が限られた各種の添加によるものであることが、この表からは読みとれる。換言すれば、シルト組成率の低い砂質底では、広域分布種に加えて砂質底志向型の各種の分布により、豊富な種数分布がもたらされるが、シルト分の増加に伴い後者の各種が敏感に反応して消失していき、種数の顕著な減少を招く結果となる。 JONES (1950) および SANDERS (1958) の指摘以来、このような底

質の変化に伴う各種の消長を、その摂食材料構
との関連で捉えていこうとする試みが盛んで
あまが（たとえば MCNULTY *et al.*, 1962; PEARSON, 1971; BLOOM
et al., 1972; LEVINTON, 1972; O'CONNOR, 1972）、丹後海でのシ
ルト組成率の変化に伴う多毛類各種の消長も、
JUMARS and FAUCHALD (1977) および FAUCHALD and JUMARS (1979) の摂食
型区分を参考にして各摂食型の消長としてみ
ると、Fig. 75 のようになる。図では比較的出现頻度が高い21科に属する種群を対象に、埋
居性泥食者 (burrower)、選択的表層堆積物食者
(selective surface deposit feeder)、濾過食者 (filter
feeder) およびその他 (摂食型不明も含む) の
4つの範疇に区分し、各型の種数および
個体数密度の水深に伴う変化を示している。
図から明らかのように、水深30m以浅の沿岸
域や60m以深の沖合域で、シルト組成率の低
下に伴う種数および個体数密度の増加は摂
食型群すべてで認められる。この結果は、動
物分布と底質型との関係が、SANDERS らの指摘
のような、摂食材料の水力学的な観点のみか

らの解釈で単純に定式化できるものではない。こ
こにも暗示している。確かに、底質中の微細
部分の減少が著しい水深70m以深域での戸過
食型や、一部の選択的表層堆積物食型の種群
の増加は、そこで想定される底層流の存在と
対応したものであろう。しかし、同時にみら
れる埋在性泥食者の増加をも底層流の存在に
伴う食物供給機構の面のみから解釈するこ
には無理があり、別の機構が関与している可
能性も否定できない。たとえば、BOESCH(1972)や
CHRISTIE(1975)はやはり泥底に比べて砂質底で種数
が豊富になることも指摘し、その理由として、
泥分の減少に伴い底質中の通気、通水性が高
まる点に注目しているが、ここでみた砂泥底
における埋在性泥食型種群の増加の事実は、
まさに彼等の指摘に沿うものと考えられる。
つまり、砂泥底における通気、通水性の増加
は、当然そこでの還元層の存在位置の低下も
もたらす筈であり、このような還元層の低下
は、埋在性泥食者にとっては、生息空間の狭

大という点で大きな意味を持つてゐるのではないかと考えられるからである。

このように、ここでは若狭湾海域における小型マクロベントスの種数および密度分布と底質の粒度、とりわけ微細粒子の大部分を占めるシルトの組成率との関係についてみた。そして、種数ではこの関係がかなり明瞭で、各組成率での最小値が、組成率の増加とともに直線的に減少する関係にあることがわかった。また、個体数密度の場合は、シルト組成率の中間部では種数の場合と同様に、組成率とほぼ逆相関を示すが、組成率の両翼では密度の最大値が飛躍的に増加する傾向が認められた。しかし、同時にどちらの場合も各地点間の値のばらつきがかなり大きかったことも前述の通りである。そこで、さらに議論を進める前に、この値のばらつきの実態を少し詳しくみてみたい。

Fig. 76 には、シルト組成率と種数との関係についてみた先の Fig. 74a のうち、シルト組成

率が20%から50%の範囲を少し下し、さらに各水域の地点をそれぞれ区別して示しているが、図のように、但し値を示すのは、ほとんどが沖合の大陸斜面部の諸点であり、他に、種数の場合には特定種が著しく卓越する地点（小浜湾 ST.30）でもほぼ同様の傾向を示す。つまり、値のばらつきの大部分が、このような地点の存在によってもたらされている訳である。強度卓越種の存在するところで共存種数が少なくなる傾向は、砂質底群集においてしばしば認められるところであるが（たとえば敦賀湾のD水域）、その理由として次の2つの考え方が可能である。1つは専ら環境条件にその理由を求めようとするもので、強度卓越種が出現するのは環境条件がかたくな厳しいところであり、その種の分布にとっては支障は無くとも、他の多くの種にとってはあまり好ましくない環境では無いのだというとするものである。そしてもう1つは、強度卓越種が他種の共存に抑制的な影響を及ぼしているとする、

生物作用重視の立場である。丁度、泥食者の
高密度分布下で懸濁物食者（浮遊食者）の分
布が抑制されるという RHOADS and YOUNG(1970)の指摘と
類似の現象の存在も想定するものである。現
時点でこのどちらの考え方が妥当なものであ
るかは明らかではないが、かりに、強度卓越
種の出現のきっかけが物理環境依存的であ
ったとしても、一度確立された強度卓越種の濃
密群が共存する他種に何の影響も及ぼさな
いとするのはあまりにも不自然であり、この意
味で、強度卓越種の存在下で種数分布が貧弱
であったに事實は、動物の分布決定に生物学的
要因もまた深く関わっていることを強く印象
づけるものである。一方、水温、塩分など直
接底質粒度決定には関係しない物理環境もあ
る場合には重要な影響も及ぼしていることは、
すでに多くの研究者により指摘されており（
PARKER, 1956; SANDERS et al., 1965; ROSENBERG, 1975; MAURER et al., 1978
）、若狭湾沖合の大陸斜面部の諸点で種数お
よび密度分布が貧弱であったのも、食物供給

上の問題に加えて、水温の低下や水圧の増加^{*}といった苛酷な環境条件が大きく関わっている結果であろう。この点は、深海部での動物分布は物理環境よりも生物学的要因によって規定される側面が強いとある SANDERS(1968) の指摘とは根本的に異なるが、深海域の動物群集は種多様度が高いとする彼の前提に一致しない。以上、当然の結果とも言えよう。今回の一連の調査では、さらに沖合の深部域での知見を得ていないので断定はできな⁵が、上記の点に注目すれば、SANDERS(1968) の提示した時間-安定性仮説 (stability-time hypothesis) が当海域でどの程度普遍性を有しているかという点については疑問の余地が多い。結局、以上に述べてきた諸点をまとめると、各地点の分布種数の決¹⁰

^{*} 水圧の増加が動物の分布に大きな影響を及ぼしているという点については否定的な見解も多い (堀越, 1962 ;

SANDERS et al., 1965)。

定には、Fig. 77 に模式的に示したような各要因の関与機構が想定される。

まず、各地点の分布種数の上限は、その底質のシルト組成率によって決まる。もちろんシルト組成率そのものが主体的に最大種数を決定しているというよりは、シルト組成率によって象徴される底層流の強さや、生息空間の広さおよび複雑さなどの要素が複合して関わっていると考えられるべきであろう。いずれにせよ、このようにして規定されるのはあくまでも分布可能種数であり、さらにその環境特性に由来する種々の影響を受ける結果、実際の分布種数はこれより幾分、ときにははかばり減じた形で現出される。この場合の環境には生物学的要素と物理化学的要素があり、前者は卓越種による他種排せき（RHODES and YOUNG, 1970）および棲管形成種による埋居性種（burrower）の排せき（WOODIN, 1974）、あるいは捕食者による間引きなどの種々の生物学的諸現象と、そして後者は水温、塩分および食物の供給機構など

の物理化学的諸現象もそれぞれ含む。そして、これらの環境要因の関わり方は水域によって差がみられ、砂泥底のように懸濁物食者の卓越するところでは、食物の供給機構が重要な要因となり得ることは前述の通りであり、また、河口域のような環境では塩分量が決定的に関与する (PARKER, 1956)。以上のような機構で分布種数が決定されると考えられるが、採集方法上の問題で、実際の採集種数はさらにそれより低い値となることも当然あり得る。

密度分布の場合も、ほぼ同じような機構が想定されるが、特定種の爆発的な出現現象など、種数分布の場合に比べて、密度制御機構はより複雑なようである。最近、適応戦略の見地から、環境条件の厳しいところで、そこで生息可能な特定種の高密度分布がしばしば認められることが指摘されている (GRASSLE and GRASSLE, 1974; 菊池・田中, 1976)。Fig. 74b において、シルト組成率の両翼でみられた高密度分布地点は、それぞれ、洪湾のH水域、敦賀

湾のD水域や舞鶴湾のA水域、小浜湾のF水域に属する諸点で、いずれも特定種の著しい卓越に よつてもたらされてゐるものである。

上記の水域は、前述のようには、底層流の挙動の複雑さや有杆物の過剰負荷といった環境条件で特徴づけられるところであるが、いずれも明らかに SANDERS(1968)のいう“物理環境に強く制御された群集”(physically controled community)を形成させてゐる点には変わりない。これらの水域で想定される環境諸条件と強度卓越種の出現機構との具体的な関係はまったく明らかではないが、とくにシルト組成率の低い砂質底の側でのそれは、前述のLEVINTONの指摘の通り、すなわち偶然的な色彩の強いものゝであらう。シルト組成率のさらに両端への移動は、底層水の動きが激しくなり過ぎるか、逆に停滞傾向が著しくなり過ぎるかのどちらかへの底層環境の変化を意味し、どちらも動物の分布にと、これは厳しい環境となる。このような環境はもはや異常卓越種の出現を許さず、密度分

布を一律に低く抑えるように働く。敦賀湾の
G水域や丹後海沿岸部の碎波帯でみられた極
度の低密度分布はまさにこの典型である。以
上の諸点を総合すると、密度分布と底質との
関係はほゞ次のようにまとめられる。底質中
の微細部分の量がそれほど極端でない範囲で
は、分布密度はかなりの程度微細部分の組成
率によって規定されるが、組成率の両側で一
時的に高密度分布を示す地点が出現し、さら
にその外側では密度は急降する。各組成率の
ところでみられる値の地点差は、種数の場合
のように、環境諸条件の密度分布に及ぼす影
響の程度の差を反映した面が大きい。は言う
までもない。沖合の大陸斜面部の多くの地点
でもりわけ低い密度分布を示したのは、そこ
の環境条件の厳しさも示唆したものであろう。
また、捕食者による捕食圧の影響は種数の場
合に比べてはるかに大きく反映している等
である。さらに密度の場合、顕著な季節変動あ
るび経年変動を繰返す特性を有する点も考慮

すれば、密度の地点差はそれぞれの変動の位相のずれによるところも大きいものと思われる。このように密度分布の場合、底質中の微細部分との関係が強いとは言えても、環境諸条件との対応が種数分布の場合のように一元的ではなく、予測し難い点も多い。その具体的な関係の解明には、さらに長期にわたる変動現象の把握が不可欠であり、知見の継続的な蓄積を待つ他はない。

以上に、種数および密度分布と底質環境との関係を少し詳しくみたが、とくに前者の場合、その関係はかなり明らかになったと言えよう。シルト組成率との関係では、各組成率での分布種数の最大値を結ぶ直線の想定すら可能であった。このようにして求めた直線は種数飽和直線とも呼べる性格のものであるが、この点に注目すると、少なくともシルト組成率10%以上の底質では、特定のシルト組成率での飽和種数(=分布可能種数)を知ることができ、各地点の種数飽和度が算出可能

となる。そこで、このような観点から、前述の種数分布をもう一度見直してみると、いくつかの興味深い点が認められる。

上記のようにして求めた水域毎の平均種数飽和度を Table 37 に、丹後海および若狭湾沖合大陸斜面部の各地点の種数飽和度分布を Fig. 78 にそれぞれ示してゐるが、表から各水域とも意外に飽和度が低いのがわかる。大部分の地点での分布種数は分布可能種数の半数にも及ばない。その中で、丹後海湾口部堆碛斜面の砂泥底 (TaB 水域)、敦賀湾の湾口砂泥底 (TuB 水域) および小浜湾の湾中央部から湾入部にかけての泥底 (Oc, Od, Oe 水域) で 50% 以上の比較的高い平均種数飽和度を示す。逆に、小浜湾奥の砂質底 (Oh 水域)、舞鶴湾の湾口部から支湾中央部にかけての水域 (Mb, Mc, Md 水域)、沖合の大陸斜面部の諸水域 (Wb, Wc, Wd, We, Wf 水域) では 30% 前後以下とかなり種数飽和度は低い。前述の指摘に従えば、これらの諸

水域では環境諸条件による分布種数の抑制傾向がかなり著しいと言える認識である。このように、ここで注目した種数飽和直線により、特定のシルト組成率での最大分布可能種数も知り、それとの比較で各水域の種数分布の特徴に関して多くの示唆を得ることが出来る。たとえば、舞鶴湾では、隣接の内湾に比べてかなり分布種数が貧弱であるが、底質が湾内のほとんどの全域にわたって泥で変異に乏しいといった底質構造上の特性に由来する点以外に、種数飽和度を低率にといめたり、何らかの環境要因の存在も無視でよいものでもあることがわかる。この種数飽和直線が他の海域にもいって一定の普遍性を有してゐるならば、各海域での種数分布を評価するうえで、資するところが多岐にわたると思われる。

オ3節 多毛類相の特徴

前2節では、当海域の小型マクロベントス群集の量分布パターンの特徴について種々の側面から議論したが、本節では群集の質的側面とも言える動物相の特徴について、とくに多毛類に絞って論じることにする。序論で指摘したように、我が国沿岸部の多毛類相に関しては、内湾部における諸知見を除いてあまりまとまった報告がなく、いまおいては、諸海域との比較検討というよりは、内湾部から沖合域に向うにつれての卓越種の変遷の過程を総括するところに力点を置かざるを得ない。つまり、内湾部から沖合大陸斜面に至る諸水域の多毛類相の特徴を呈示することが、本節の主眼となる訳である。

外湾からの遮蔽度の強い内湾泥底部は、舞鶴湾でみられるように、*Prionospio ehlersi* や舞鶴湾の結果について述べたところで頻出多毛類と呼んだ *Notomastus* sp., *Lumbrineris longifolia*, *Glycera chirori*, *Paraprionospio pinnata*, *Tharyx* sp. A, *Polycirrus* sp. など

の高頻度の実現によって特徴づけられる。また、出現頻度は高くはないが、*Pectinaria* sp. も分布域がほぼ湾奥部に限られる。この他、*Nephtys paradoxa*, *Sigambra tentaculata*, *Telepsavus costarum* なども内湾部でかなり頻出する種群である。以上に述べたもののうち、*Lumbrineris longifolia*, *Tharyx* sp. A, *Polycirrus* sp., *Nephtys paradoxa* などの各種は *Pectinaria* sp. と同様、おおむね湾奥部に分布が集中するが、なかには、分布範囲がなく、外湾の泥底部にも頻出する種も結構多い。しかし将来、多毛類の分類学的検討がさらに進めば、このような広域分布種の中には、現在、*Paraprionospio pinnata* で指摘されている (YOKOYAMA and TAMAI, 1981) ような複数種への細分の可能性を秘めた種も含まれているものと思われる。内湾奥部泥底から外湾湾口部砂泥底に至るまで、互わぬ広範囲にわたって多出する *Notomastus* sp. の場合などはとりわけその可能性が高い。一方、敦賀湾や小浜湾のように外湾に開いた内湾泥底部では様相は変化する。*Prionospio ehlersi* がほぼ一様に卓越する他、

20 m 以深域では *Magelona japonica* の卓越も目立つようになり、ほゞこの両種によつて泥底群集が代表されると言つても過言ではない。さらに、これら両種ほゞではなかつたが、*Terebellides stroemi*, *Euchone limnicola*, *Mediomastus* sp., *Tambalagamia fauveli*, *Spiophanes kroyeri*, *Sternaspis scutata* などの各種や上記の外域分布種もここで頻出する。また、湾口部付近では *Aricidea neosuecica nipponica* が異常に卓越するところもある (T₄B 水域)。そして、ここで卓越する多くの種では、その主分布域の下限水深が 50 m 前後のところにありのに好し、*Aricidea* や *Sternaspis scutata* の主分布域は外湾部にかけてなかり、下限水深は 120 m 付近にまで及ぶ。

内湾の砂質底は *Spiophanes bombyx*, *Apoprionospio dayi*, *Pseudeurythoe* sp., *Eunice indica*, *Polydora flava orientalis*, *Euchone* sp., *Nephtys polybranchia*, *Glycera decipiens*, *Glycera* sp. A, ?*Synelmis* sp. などの各種の分布で特徴づけられるが、このうち、*Spiophanes bombyx*, *Pseudeurythoe* sp., *Eunice indica* などは砂質底にかたがら普遍的に出現するのに好し、まづめと偏った分布を示し、ある特定の水域

で著しく卓越する傾向を示す種も多い。これらの各種の卓越現象は、前述のように、底質の粒度および底層水の挙動に微妙に規定されている訳ではあるが、いずれも主分布域の環境諸要因の幅はきわめて狭く、現時点では各種の卓越過程に関与する環境要因の特定は容易でない。

外湾の若狭湾主湾部では、*Neritoides* sp. A が沿岸の碎波帯の砂質底に限られた分布を示して注目されるが、経年変化のところで明らかにしたように、最近では減少傾向が著しく、目立たなくなってきた（Fig. 58）。*Euzonus ezoensis* もほぼ同様の分布型を示す。本種の場合、他海域でも碎波帯分布種として認められており（堀越・玉置, 1978）、碎波帯指標種としての普遍性はより高い。

一方、10 m 以深の砂質底になると、*Magelona* sp. A の顕著な卓越で特徴づけられる他、内湾砂質底での卓越種である *Spiophanes bombyx*, *Apoprionospio dayi*, *Glycera* spp. なども頻出する。また、スセオ

科のうちの多くの種が出現するのもこの特徴である。さらに、*?Axiothella* sp. や *Chaetozone* sp. A も優占順位のかかなり高位を占める。

主湾部の 20 m 以深の泥底では、前述の内湾泥底部と同じく、*Magelona japonica*, *Prionospio ehlersi* 両種の卓越で特徴づけられた種組成パターンを示し、他の構成要素も多くは内湾泥底部と重複する。しかし、*Paralacydonia paradoxa* をはじめとする沖合砂泥底分布種や、*Nephtys* sp. A, *Prionospio steenstrupi*、属名不明のイトゴカイ科の 1 種などの陸棚縁部の卓越種も混在するため、種組成パターンは内湾部に比べてかなり複雑である。

主湾部湾口中央に発達する堆碛群の周囲の砂泥底では、また別の種組成パターンがみられる。*Paralacydonia paradoxa*, *Ninoe* spp., *Marphysa disjuncta*, *Chone filicaudata*, *Lysippe labiata*, *Notomastus latericeus* などが特異的にここに集中して分布を示す。他にも出現頻度は劣るが、タテフシゴカイ科 (*Maldanidae*)、ニカイテロリ科 (*Goniadidae*)、ナナテイソク科 (*Onuphidae*)、カザリゴカイ科 (*Ampharetidae*) などの

各科に属する種群のうちで、分佈がほとんどここに限られる種はかなり多い (Table 32 参照)。

湾口部の水深 90 m 以深域で、再び底質中の泥分が増加してくると、上記の各種に代り、泥底分佈種が卓越するようになり、前述の

Nephtys sp. A, *Prionospio steenstrupi*, *Sternaspis scutata*, イトゴカイ科の 1 種などの他, *Pherusa plumosa*, *Myriochele oculata* なども頻出多毛類種群中に加わってくる。

150 m 以深の大陸斜面部に入ると分佈種はほぼ完全に交代し、冷水性の各種が卓越種として出現してくる。各種で互いに出現水深のずれがみられ、分佈種の相違に基づくいくつかの水深帯区分が可能なことは前述の通りである。

水深 150 m から 200 m にかけては *Maldane cristata*, *Glycera capitata* の卓越が目立つが、200 m を越えると、

Aglaophamus jeffreysii がそれに代り、他、地点によっては優占種群中に *Praxillella gracilis* を伴う

こともある。また、250 m 以深域では *Lumbrineris* sp. B, *L. abyssalis*, *Tharyx* sp. B, *T. annulosus* などが優占種

群の高位を占める。こうに、水深 300 m を越え

る *Nephtys* sp. B がこれらに加わっている。

以上に、内湾泥底部から沖合大陸斜面へ水深400m付近にかけての種々の棲所における多毛類相について、卓越種の変遷を主とする若干の特徴点を列記したが、水深および底質Md値に関してそれそれの出現範囲を模式的に示したのが Fig. 80 である。さらに、丹後海から沖合大陸斜面部にかけての各棲所の多毛類相の質的特徴を明確にするために、各棲所毎に得られた全多毛類に占める各科の個体数の百分率組成を求めたのが Table 34 である。表では調査海域を通して出現頻度が低かった一部の科群を除いてゐるが、沿岸浅所から沖合に向うにつれての各科の消長過程が明らかで、各棲所でかなり特徴的な科組成パターンを示す様子が見えてくる。すなわち、沿岸浅所ではスピオ科の卓越がひとまね著しいが、水深の増加に伴いその組成率が急激に減じる。水深70m以深では出現科群のあひだに増加と比較的均一な科組成によって特徴づけら

れら加、ギボシイソメ科 (Lumbrineridae) やイトゴカイ科 (Capitellidae) がその中でわずかに高い組成率を示す。沖合の陸棚縁辺部では、これらに加えてシロガネゴカイ科 (Nephtyidae) やタケツシゴカイ科 (Maldanidae) も卓越するようになる。⁵
 150m 以深の大陸斜面部ではイトゴカイ科がほとんど出現しなくなり、ミズヒメゴカイ科 (Cirratulidae) がそれに代って卓越するようになる。¹⁰
 そして水深 200m を越えたとこからシロガネゴカイ科の組成率の高さが目立つようになる。¹⁰

ところで、以上に述べた当海域の多毛類相のうち、とくに内湾部での結果を他海域で、それと比較してみると、いくつかの注目すべき相違点が指摘できる。当海域内湾部の多毛類相の大きな特徴の一つは、世界各地の内湾の有機汚濁域に広く認められている *Capitella capitata** の卓越現象がまったく認められない点である。この事実、当海域内の諸内湾が、前述のように、夏季といえども顕著な生

物死因を察達させるほいには強内湾的ではないことと関連しているのかも知れない。しかし、今回の調査海域に直接し、しかも非調和型内湾の典型である久美浜湾においても、*Capitella capitata* の濃密分布はまことにくみられず、湾奥部の貧酸素域にほもつほら *Paraprionospio pinnata* が単独で高密度分布を示す現象を筆者らは何度となく確認している（村他, 1977; YOKOYAMA, 1981; 林・横山, 未発表）。したがって、「強度有機汚濁域 = *C. capitata* の濃密分布」は、少

* 北森（1960）は、我が国沿岸に出現する本種を *C. capitata japonica* として亜種レベルで区別しているが、本種は分類学的に多くの問題を含んだものとして最近世界的に注目されており（GRASSLE and GRASSLE, 1974, 1977）、今後多くの議論がみられると思われる。したがって、北森の見解の当否の判断は、その議論の決着を待つてから行なうこととする。

なくとも当海域ではまったく適用できない。図式であると結論づけられる。ただ、最近試験的に行なった舞鶴湾の東支湾奥部での動物採集で、以前に比べてかなり多くの *C. capitata* (もしくはその近縁種) が得られ (林, 未発表), あるいは本種の卓越化過程が目下進行中であるのかも知れない。もしそうであれば、このことは、当海域の有孔汚濁化傾向が瀬戸内海の諸水域ほどよりはかたう遅れて進行している姿を象徴している訳で、きわめて興味深い。

また、同じく瀬戸内海の諸水域の内湾部で頻出した *Sternaspis scutata* (北森, 1963) が当海域では、むしろ外湾に開いた泥底部に広く分布し、丹後海では沖合の陸棚縁辺部に多出した事実 (Fig. 48) は、明らかに本種の当海域での分布パターンの特異性を示している。同様の傾向は、同じく日本海側の七尾湾においてもすでに認められており、同湾では本種は最も内湾的な北湾からしか得られないか、たとえ (宮地・増井, 1942b)。このように、とて

も「強内湾性の指標生物」(北森, 1963他)とは規定できないうような本種の外湾志向型の分布パターンは, 単に当海域のみならず, 広く日本海側の沿岸部で普通に認められる傾向なのかも知れない。さらに, 瀬戸内海諸水域では, 沿岸の河口域に *Cossura costa* が多数生息するといわれているが(北森, 1963; 玉井・永田, 1977), 当海域内湾部では本種はまったく認められず, わずかに同種または同属異種と考えられる個体が, 陸棚縁辺部から大陸斜面部にかけて散見されるに過ぎなかった。これも瀬戸内海諸水域と比べて大きく様相を異にする点である。その他, 我が国沿岸部内湾の湾口での一般的パターンとして記した *Maldane cristata** の卓越(波部, 1956)が, 当海域内湾の湾口部で確認された例は皆無であった。

逆に, *Prionospio ehlersi* は当海域の内湾部から主

* 原著では *M. sarsi* として記載されている。

湾部にかけての泥底でほぼ恒常的に卓越する種であるが、これまでにまったく注目されてこなかった（波部, 1956; 北森, 1963）。しかし、最近の諸海域での調査でも本種の頻出が指摘されており（山路, 1974; 玉井・永田, 1977）、本種の卓越はとくに当海域に限られた現象ではない。当海域内湾泥底都で見られたまわめて恒常的な出現パターンは、本種が沿岸部泥底におけるかなり普遍性の高い指標種として位置づけられる可能性の強いことを示唆している。宮地らによりほとんど注目されていなかった *Magelona japonica* の場合も同様である。北森（1973）は、本種が「沿岸域の中でも沖合水の影響が強い海域」に多数生息することをも指摘しているが、これはまさに当海域での結果と一致するものである。とくに本種の場合、前にみたように、特定水域との関連が相対的に強いうえに、胸部の軟節が赤褐色を呈するという特異な形態的特徴を有しているために、同定が困難な多毛類種群の中で例外的

に識別が容易であり、指標生物としての実用性はまわめて高いと言える。また、北森(1963)は内湾域の指標種として *Lumbrineris impatiens** にまわたり注目している。しかし、最近の分類学的検討により、従来我が国沿岸部で得られて
5 *L. impatiens* といいは *L. brevicirra* とされていゝものを別種とし、*L. nipponica* として新種記載され、同時に本種のごく近縁種として *L. longifolia* も新たに新種記載されていゝ (IMAJIMA and HIGUCHI, 1975)。

この両種は複剛毛も欠乏、被囊鉤状剛毛が体
10 前部から生じる点で形態的によく似ており、
わがかに体後部の足の形状において区別
されるのみである。そして、*L. longifolia* は当海域
のみならず、他海域においてもやはり内湾部
に偏って分布パターンを示すことが指摘され
15 ていゝ (山路, 1974**; 中尾, 1976 a**, b**)。
ことから判断して、*L. longifolia* もなく日本沿岸の

* 後に *L. brevicirra* と訂正されていゝ (北
森, 1966)。

内湾部に類出す 3 種であり、北森 (1963, 1966) か *L. impatiens* といしは *L. brevicirra* として報告している種も本種に同定されるべきものでないかと考えられる。

以上に、当海域の内湾部から沖合大陸斜面部に至る各棲所の多毛類相のごく特徴的なプロフィールを示し、とくに内湾部については、これまで得られていた他海域での結果と比較しつつ、当海域の多毛類相について特記すべき点を種々検討した。本報では、多毛類の分類学的諸知見を最大限網羅し、現時点で得られる限り正確な多毛類相の記載を行なうよう努めたが、それにも拘わらずなお本動物群の分類学的研究の現状の不十分を反映して、種名の特定に至らなかった種が多いのも事実である。とりわけ、テロリ科、シロガネ

** いずれも、本種が新種記載される以

前に同定されていた種名の *Lumbrineris debilis*

を用いている。

ゴカイ科, スピオ科, ミズヒキゴカイ科, タ
ケフシゴカイ科をはじめとする各科は多毛類
群集中に頻出する科群であるにもかかわらず、
分類学的に未整理であるため、正確とも期し
て詳細な記述を控えた部分も多い。この意味
で、ここで提示した当海域の多毛類相はその
ほんの一側面を記録したものに過ぎない。け
れども、各棲所の卓越種を主とした多毛類相
の特徴はかなり明確に把握され得るものであ
り、今後のこの分野の研究に足がかりを与え
るものとしての役割は十分に果し得るもので
ありと信じる。

第10章 要 約

1971年4月から1980年5月にかけて、若狭湾およびその周辺海域を対象に、多毛類を中心とする小型マクロベントスの採集を行った。当海域でのその生態的分布特性に関して次のような結果を得た。

1. 材料の採集には大、小2型の SMITH-MCINTYRE

型採泥器を用い、1地点で1試料ずつを

得た。舞鶴湾以外は、原則として各調査地点において複数の試料を得よう努めた。

得られた試料は船上で1mm目の篩で濾し、

残留物を10-20%ホルマリンにより固定

して研究室に持ち帰り、動物の選別を行

った。70%アルコール液中に保存した。

後に、各種について種の同定を行なうと

ともに、計数および計量を行なった。ま

た、動物採集と同時に底質分析用の試泥

も採取し、粒子分析や強熱減量値の測定

に供した。

2. 上記の調査方法の妥当性について種々の検討を行なった。とくに採泥器の採集効率に関しては、大型採泥器で得た結果は、ほぼ定量的な検討に耐え得ることが明らかになったが、小型採泥器の場合には、とりわけ砂質底での効率の低下が著しいことがわかった。生物量に関してもくにこの傾向が強かった。

3. 舞鶴湾では、湾内7の地点で動物を得たが、貝類と多毛類がその大部分を占めた。また、各種別の分布では、シズクガイが最も卓越する他、無足ナマコ、多毛類の *Notomastus* sp., *Prionospio ehlersi*, *Lumbrineris longifolia* なども多数得られた。これらの各種の分布状況から、湾内が4水域に区別されたが、そのパターンは、これまでに得られていた底質環境のパターンとよく対応した。各水域別に動物分布の特徴と海底環境との対応について検討した。また、動物分

布の季節的な推移経過をみると、程度の
差はあるものの、各水域とも春季に最も
豊富な動物分布を示し、夏から秋にかけ
て減少する傾向が認められた。今回の調
査結果で25年前のそれと比較すると、動
物個体数密度のかなりの低下が注目され
る他、最優占種のシズクガイの分布パタ
ーンにも若干の差がみられた。

4. 敦賀湾では湾内各地点について調査を
行ったが、底質型の複雑さに対応して
動物分布もかなり複雑なパターンを示し
た。豊富な分布はおおむね湾口部を中心
に広がる砂質底において認められた。ほ
とんどの地点では多毛類が50%以上の個
体数組成率を占めて卓越した。しかし舞
鶴湾とは対照的に貝類は著しく貧弱な分
布を示した。泥底と砂質底で種組成パタ
ーンがまったく異なり、前者は *Prionospio*
ehlerisi, *Magelona japonica* 兩種の、そして後者は
Spiophanes bombyx, *Eunice indica*, *Pseudeurythoe* sp. などの

多毛類の恒常的な出現によってそれぞれ特徴づけられる。しかし、各地点の多毛類種組成をもとに比較検討した結果、砂質底がさらに細分され、結局、湾内は8水域に区別された。各水域の底質環境と動物分布の特徴を明らかにしたが、とくに湾口部を中心に認められた複雑な水域配置に関して、当湾の底層水の挙動との関連で若干の検討を行なった。

5. 小浜湾では湾内30地点（餌料処理の過程で不備のあった5地点を除く）から餌料を得たが、ここでは、多毛類、貝類に加え、フビタガスガメの卓越により、小型甲殻類もかなり高い組成率を示した。

ここで優占的に出現した種は、端脚甲殻類のフビタガスガメ、多毛類の *Polydora flava orientalis*、貝類のヒメカリコアサリ、シズクガイなどの各種であるが、これらを含め比較的出現頻度の高かった24種について、各地点の種組成パターンを比較し

行ったところ、8水域に区分された。

上記の内湾同様、各水域毎に底質環境と動物分布の特徴を明らかにした。さらに、今回の結果を25年前のそれと比較し、種分布パターンはほぼ一致するものの、多毛類の *Ditrupa* sp. 優占区が著しく湾口部の方に退縮している点に注目し、湾内の泥底化傾向が進行している可能性も指摘した。

6. 以上の3内湾での結果を比較検討し、若狭湾海域の内湾部における種分布パターンの法則性を明らかにした。とくに泥底部におけるシズクガイ, *Prionospio ehlersi*, *Magelona japonica* などの各種の分布は、各湾と外湾との交流の程度を象徴している点で注目された。一方、砂質底の場合には、*Spiophanes bombyx*, *Pseudeurythoe* sp. などが恒常的に出現する点で特徴づけられるが、若干の特定種がしばしば異常に卓越し、その種分布パターンは泥底の場合ほど規則的い

はなかつた。

7. 若狭湾主湾部では主に西部海域の丹後海を対象に繰返し調査を行なったが、このうち、沿岸浅海帯については1974年の春季相を中心に述べた。ここは、水深20m付近を境に砂質底から泥底へと明瞭な底質型の変化が認められるが、種数、個体数密度、生物量分布ともそれに平行した変化傾向を示し、いずれも水深10m域の砂質底で最大値を、そして30mから40mにかけての泥底で最低値もそれぞれ示した。種組成パターンも20m付近を境にまったく異なり、沿岸部の砂質底では、端脚甲殻類の *Urothoe orientalis*, *Synchelidium miraculum*, *Synchelidium* sp., 二枚貝のヒメカノコアサリ、多毛類の *Neritides* sp. A, *Apoprionospio dayi*, *Spiophanes bombyx*, *Magelona* sp. A, *Axiiothella* sp. などが卓越するのに対し、沖合の泥底では *Magelona japonica*, *Magelona* sp. B, *Terebellides stroemi*, *Euchone limnicola*, *Prionospio ehlersi* などの各種が頻出する。しかし、

さらに詳細な種組成パターンの検討の結果、20 m 域にみられる移行帯をも含めて4水域に区分された。各水域毎の底質環境と種組成パターンの特徴について詳述した。

8 一方、沖合の丹後海主湾部については1976年の夏季相を中心に述べたが、ここでは多毛類が $\frac{2}{3}$ 近い組成率を占めて卓越する他、甲殻類も18%の組成率を示してこれにつぐ。動物分布の地点差はかなり大きく、分布の豊富な地点はおおむね水深70 m 以深の湾口部から沖合にかけての底質粒度の比較的粗い水域に集中する。

とくに1978年の調査で白石礁周辺の地点でとりわけ高い値を示した。 *Nephtys* sp. A,

Lumbrineris sp. A, *Paralacydonia paradoxa*, *Notomastus latericeus*,

Chone filicaudata などの多毛類の各種の出現頻度が比較的高かった。これらを含めて多

くの種は範囲の広い分布域を有するもの

で、それぞれ量的に地域的な偏りがみら

れるため、各地点の種組成パターンとの比較により4水域に区分された。各水域毎に底質環境と動物分布パターンの特徴を明らかにした。

9. 丹後海の沿岸浅海帯および主湾部での動物分布パターンの季節変化を明らかにした。各種はそれぞれ特有の変動パターンを示すが、若干の興味深い傾向が認められた。水深60m以浅の浅海域では、一般的傾向として10m以浅の沿岸砂質底と20m以深の泥底で対照的な変動パターンを示し、後者が春に最大密度分布を示す種が多く、総じて変動の幅が小さいのに対し、前者は各季節を通じてかなり大幅の増減を示し、しかも夏季に最大密度分布を示す種が多かった。この点について当海域の海況特性との関連を検討した。また、70m以深の沖合でも、各水深帯とも最大密度分布を示すのは春か夏のどちらかであるが、各種の変動パターンは水

深帯毎にかなり異なるのが注目された。

一方、1973年から1980年にかけての期間に継続して調査を行なうことのできた沿岸浅海帯について、種数(多毛類のみ)および密度の経年変動を検討したが、4〜5年の変動周期の存在が推察された。

10. 若狭湾沖合域では、水深100m前後から400mにかけての27地点において得た試料をもとに、夏季相について述べた。種数および密度では150m以浅の沿岸部で最も豊富で、以後沖合に向って水深の増加とともに値は急減する。しかし、生物量の場合にはむしろ沖合の深海部で高い値が認められた。水深の増加とともに優占種群は大幅に交代し、また、東西間でもかなり異なる種組成パターンが認められた。各地点の優占種群に注目して6水域に区分し、各水域毎に動物分布の特徴を明らかにした。NISHIMURA(1965-1969)をもとに、当海域沖合大陸斜面底部の生物環境の特徴に

ついで若干の議論を行なった。

11. 上述の各水域での結果をもとに、当海域の小型マフロベントス群集の質的、量的特徴について総括し、他海域での結果と比較検討した。とくに生物量に関しては、堀越(1976)、HORIKOSHI(1977) および HORIKOSHI *et al.*(1977) の生物量累積曲線をもとに、当海域の各水域が中生物量な...し貧生物量のレベルに位置することも明らかにした。

12. 種数、密度および生物量分布と底質環境との関係について検討し、とくに前者が底質中のシルト組成率との間に明瞭な逆相関の関係にあることも明らかにした。種数の場合には、各シルト組成率での最大種数を結ぶ直線の想定すら可能であった。両者とシルト組成率との間にこのような関係のみられる理由について検討するとともに、種数飽和度の概念を導入し、この面から各水域の種数分布をみ

はあした。

13. 各水域の多毛類相をまとめ、内湾部から沖合に向うにつれての優占多毛類の出現状況も整理した。他海域との結果と比較して当海域における多毛類相の特徴を明らかにするとともに、従来の知見の妥当性についても若干検討した。

第11章 引用文献

- ABELE, L. G. and K. WALTERS. 1979a : Marine benthic diversity: A critique and alternative explanation. J. Biogeography, 6, 115-126.
- ABELE, L. G. and K. WALTERS. 1979b : The stability-time hypothesis :
Reevaluation of the data. Am. Natur., 114(4), 559-568.
- 相川広秋, 1936 : 本邦沿岸漁場の底生動物の性状 水産試験場報告, 7, 183-207.
- ANDERSON, S. S. 1972 : The ecology of Morecambe Bay. II. Intertidal invertebrates and factors affecting their distribution. J. Appl. Ecol., 9(1), 161-178.
- 東幹夫・陣野聡子, 1980 : 平戸島志賀支湾の底生動物群集—I. マクロベントスと堆積物による生息場所分析の試み. 西水研報告, 54, 195-208.
- BARNETT, P. R. O. and B. L. S. HARDY, 1967. A diver-operated quantitative bottom-sampler for sand-macrofaunas. Helgolander wiss. Meeresunters., 15, 390-398.
- BILYARD, G. R. and A. G. CAREY, Jr., 1979 : Distribution of western Beaufort Sea polychaetous annelids. Mar. Biol., 54, 329-339.
- BLEGVAD, H. 1930 : Quantitative investigations of bottom invertebrates in the Kattegat with special reference to the plaice food. Rep. Danish Biol. Sta., 36, 3-55.
- BLOOM, S. A., SIMON, J. L. AND V. D. HUNTER, 1972 : Animal-sediment relations and community analysis of a Florida estuary. Mar. Biol., 13, 43-56.
- BOESCH, D. F. 1972 : Species diversity of marine macrobenthos in the Virginia area. Chesapeake Sci., 13(3), 206-211.
- BOYSEN-JENSEN, P. 1920 : Valuation of the Limfjord. I. Studies on the fish-food in the Limfjord 1909-1917, its quantity, variation and annual production. Rept. Danish Biol. Sta., 26, 3-43.

- BUCHANAN, J. B. 1963 : The bottom fauna communities and their sediment relationships off the coast of Northumberland. *Oikos*, 14(2), 154-175.
- BUCHANAN, J. B. and J. M. KAIN. 1971 : Measurement of the physical and chemical environment. In "Methods for the study of marine benthos" (ed. by HOLME, N. A. and A. D. MCINTYRE), 30-58.
- BUCHANAN, J. B. and R. M. WARWICK. 1974 : An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland coast. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 54(1), 197-222.
- CHRISTIE, N. D. 1975 : Relationship between sediment texture, species richness and volume of sediment sampled by a grab. *Mar. Biol.*, 30, 89-96.
- CHRISTIE, N. D. 1976 : A numerical analysis of the distribution of a shallow sublittoral sand macrofauna along a transect at Lamberts Bay, South Africa. *Trans. roy. Soc. S. Afr.*, 42(2), 149-172.
- 茅八管区海上保安本部, 1974 : 舞鶴港潮流観測報告, 1-38.
- DAVIS, F. M. 1923 : Quantitative studies on the fauna of sea bottom. *Fish. Invest.*, Ser. II, 67, 1-54.
- DAY, J. H. 1967 : A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. *British Mus. Natur. Hist. Publ.*, 656, xxxviii+878.
- DAY, J. H., FIELD, J. G. and M. P. MONTGOMERY, 1971 : The use of numerical methods to determine the distribution of the benthic fauna across the continental shelf of North Carolina. *J. Anim. Ecol.*, 40, 93-125.
- DAYTON, P. K. and R. R. HESSLER, 1972 : Role of biological disturbance in maintaining diversity in the deep sea. *Deep-Sea Res.*, 19, 199-208.
- EAGLE, R. A. 1975 : Natural fluctuations in a soft bottom benthic community. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 55(4), 865-878.
- EKMAN, S. 1947 : Ueber die Festigkeit der marinen Sedimente als Faktor der Tierverbreitung, ein Beitrag zur Associations-analyse. *Zool. Bidr. Uppsala*, 25, 1-20.
- FAUCHALD, K. 1977 : The polychaete worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. *Natur. Hist. Mus. Los Angeles County*, 28, 1-188.
- FAUCHALD, K. and P. A. JUMARS, 1979 : The diet of worms : A study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17, 193-284.
- FORD, E. 1923 : Animal communities of the level sea-bottom in the

- waters adjacent to Plymouth. J. mar. biol. Ass. U. K., N. S., 13, 164-224.
- FOSTER, N. M. 1971 : Spionidae (Polychaeta) of the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands, 36(129), 1-183.
- 福井県水産試験場, 1967 : 原子炉設置にともなう漁場環境調査報告書, 福井水試報告, 13, 1-244.
- 福井県水産試験場, 1968 : フルマエビの放流効果に関する研究, 福井水試報告, 22, 1-41.
- 福井県水産試験場, 1969 : 漁場環境保全基礎調査—敦賀湾—, 福井水試報告, 33, 1-99.
- GALLARDO, V. A. 1965 : Observations on the biting profiles of three 0.1 m² bottom-samplers. Ophelia, 2(2), 319-322.
- GRASSLE, J. F. and H. S. SANDERS, 1973 : Life histories and the role of disturbance. Deep-Sea Res., 20, 643-659.
- GRASSLE, J. F. and J. P. GRASSLE, 1974 : Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. J. Mar. Res., 32, 253-284.
- GRASSLE, J. F. and J. P. GRASSLE, 1977 : Temporal adaptations in sibling species of *Capitella*. In "Ecology of marine benthos" (ed. by COULL, B.C.). The Belle W. Baruch Library in Marine Science, No. 6, Univ. South Carolina Press, Columbia, South Carolina, 177-189.
- GRAY, J. S. 1974 : Animal-sediment relationships. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 12, 223-261.
- 波部忠重・川口正雄・山根謙爾, 1946 : 若狭川河口の底生動物群集並びにその底曳漁獲効果の関係, 京大生理生態業績, 55, 1-35.
- 波部忠重, 1956 : 内湾の貝類遺骸の研究, 京大生理生態業績, 77, 1-31.
- HARTMAN, O. 1968 : Atlas of errantiate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation, University of Southern California, Los Angeles, 1-828.
- HARTMAN, O. 1969 : Atlas of sedentariate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation, University of Southern California, Los Angeles, 1-812.

橋本祐一, 1973 : 若狭湾西部(丹後海)における海況の一般的特性. 海と空, 49(3), 69-84.

林 勇夫・横山寿・林文三, 1977 : 久美浜湾の底生動物相について. 昭和50年度京都府水産試験場報告, 109-123.

HOLLAND, A. F. and T. T. POLGER, 1976 : Seasonal changes in the structure of an intertidal community. Mar. Biol., 37, 341-348.

HOLME, N. A. 1953 : The biomass of the bottom fauna in the English Channel off Plymouth. J. mar. biol. Ass. U. K., 32(1), 1-49. 5

HOLME, N. A. 1964 : Methods of sampling the benthos. Adv. mar. Biol., 2, 171-260.

HORIKOSHI, M. 1955 : Marine communities in Moroiso-Aburatsubo-Cove. Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 16-19, 410-418.

HORIKOSHI, M. 1957 : Note on the molluscan fauna of Sagami Bay and its adjacent waters. Sci. Rept. Yokohama Natn. Univ., 2, 27-64.

HORIKOSHI, M. 1962 : Distribution of benthic organism and their remains at the entrance of Tokyo Bay, in relation to submarine topography, sediments and hydrography. Natur. Sci. Rept. Ochanomizu Univ., 13(2), 47-122.

堀越増興, 1962 : 我国における底生生物研究の概観. 日本海洋学会20周年記念誌, 707-723.

HORIKOSHI, M. 1970 : Quantitative studies on the smaller macrobenthos inhabiting various topographical environments around the Sagami Bank in the deep-sea system of Sagami Bay. J. Oceanogr. Soc. Japan, 26, 159-182.

堀越増興・今島実・臼井陽・松尾豊, 1974 : 東京湾の小型マクロベントス生物量の分布. 宝月欣二編, 文部省特定研究. 人間生存と自然環境, 内湾生物に及ぼす汚濁の影響に関する基礎的研究—研究業績報告—, 47-51. 13

堀越増興, 1976 : 陸棚・堀越増興・菊池泰二: ベントス, 元田茂編, 海藻・ベントス(海洋科学基礎講座5), 第1版, 東海大学出版会, 東京, 346-384.

HORIKOSHI, M., IMAJIMA, M. and S. GAMO, 1977 : Biomasses of benthos. In "Productivity of biocenoses in coastal regions of Japan" (ed. by HOGETSU K. et al.), 86-92.

HORIKOSHI, M. 1977 : Comparison of benthic biomasses. In "Productivity of biocenoses in coastal regions of Japan" (ed. by HOGETSU,

K. et al.), 348-350.

堀越増興・王置昭夫, 1978 : 大植湾鵜住居海岸根浜沿岸部の碎波帯とその沖合におけるバントス群集(予報). 東海海洋研大植臨海研究センター報告, 4, 53-65.

IMAJIMA, M. and O. HARTMAN, 1964 : The polychaetous annelids of Japan. Allan Hancock Foundation Occasional Paper, 26, 1-452.

IMAJIMA, M. 1966a : The Syllidae (Polychaetous annelids) from Japan. I. Exogoninae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 13(5), 385-404.

IMAJIMA, M. 1966b : The Syllidae (Polychaetous annelids) from Japan. II. Autolytinae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 14(1), 27-83.

IMAJIMA, M. 1966c : The Syllidae (Polychaetous annelids) from Japan. III. Eusyllinae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 14(2), 85-116.

IMAJIMA, M. 1966d : The Syllidae (Polychaetous annelids) from Japan. IV. Syllinae(1). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 14(3), 219-252.

IMAJIMA, M. 1966e : The Syllidae (Polychaetous annelids) from Japan. V. Syllinae(2). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 14(4), 253-294.

IMAJIMA, M. 1967 : The Syllidae (Polychaetous annelids) from Japan. VI. Distribution and literature. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 14(5), 351-368.

IMAJIMA, M. 1972 : Review of the annelid worms of the Family Nereidae of Japan, with descriptions of five new species or subspecies. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, 15(1), 37-153.

IMAJIMA, M. 1973 : Paraonidae (Polychaeta) from Japan. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, 16(2), 253-292.

IMAJIMA M. and M. HIGUCHI, 1975 : Lumbrineridae of polychaetous annelids from Japan, with descriptions of six new species. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, Ser. A(Zoology), 1(1), 5-37.

IRIMURA, S. 1979 : Ophiuroidea of Sado Island, the Sea of Japan. Ann. Rept. Sado Mar. Biol. Sta., Niigata Univ., 9, 1-6.

IRIMURA, S. 1981 : Ophiurans from Tanabe Bay and its vicinity, with the description of a new species of *Ophiocentrus*. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 26(1-3), 15-49.

JONES, N. S. 1950 : Marine bottom communities. Biol. Rev., 25, 283-313.

JONES, N. S. 1951 : The bottom fauna off the south of the Isle of Man. J. Anim. Ecol., 20, 132-144.

JONES, N. S. 1952 : The bottom fauna and the food of flatfish off the

- Cumberland coast. J. Anim. Ecol., 21, 182-205.
- JUMARS, P. A. 1975a : Methods for measurement of community structure in deep-sea macrobenthos. Mar. Biol., 30, 245-252.
- JUMARS, P. A. 1975b : Environmental grain and polychaete-species' diversity in a bathyal benthic community. Mar. Biol., 30, 253-266.
- JUMARS, P. A. and K. FAUCHALD, 1977 : Between-community concepts in successful polychaete feeding strategies. In "Ecology of marine benthos" (ed. by COULL, B. L.). The Belle W. Baruch library in Marine Science, No. 6, Univ. South Carolina Press, Columbia, South Carolina, 1-11.
- 海上保安庁, 1980a : 沿岸の海の基本図 (5万分の1) — 若狭湾東部 (海図 6336-8).
- 海上保安庁, 1980b : 沿岸の海の基本図 (5万分の1) — 若狭湾西部 (海図 6337-4).
- KEITH, D. E. and N. C. HULINGS, 1965 : A quantitative study of selected nearshore infauna between Sabine Pass and Boliver Point, Texas. Publ. Inst. Mar. Sci., 10, 33-40.
- 北森良之介, 1960 : 汚濁と *Capitella* 属 (多毛類) の関係. 内水研報告, 13, 1-10.
- 北森良之介, 1963 : 瀬戸内海とその近接水域の沿岸における底生動物群集の漁場学的研究. 内水研報告, 21, 1-90.
- 北森良之介, 1966 : 海域における水質汚濁の生物学的判定. 水処理技術, 7(4), 1-8.
- 北森良之介・菅野尚, 1967 : 松島湾の底生動物群集について. 東北研報告, 27, 77-92.
- 北森良之介・杉野俊郎・沢田俊彦, 1970 : 伊勢湾の底質と底生生物. 伊勢湾奥部漁業開発調査報告書資料集, 1, 1-40.
- 北森良之介, 1973 : 汚染にともなう生物相の変化 — 底生動物を中心として —. 山本護太郎編, 海洋生態学, 東京大学出版会, 東京, 175-185.
- KIKUCHI, T. 1964 : Ecology and biological production of Lake Nakaumi and adjacent regions. III. Macrobenthic communities of Lake Shingi-ko and Lake Nakaumi. Spec. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., Ser. II, Part I, 1, 21-44.

菊池泰二, 1969 : 燧灘・備後灘の底生動物群集の研究 — 昭和43年度, JIBP-PM瀬戸内海班昭和43年度業績報告, 121-126.

菊池泰二・向井宏, 1969 : 瀬戸内海向島近海の底生動物群集の研究. — JIBP-PM瀬戸内海班昭和43年度業績報告, 131-132.

菊池泰二・田中雅生, 1976 : シズクガイ *Theora lata* (HINDS) の生態的特性, 殊に生活史の特性と非調和性環境への適応性について. 生理生態, 17, 261-271.

菊池泰二, 1981 : ベントスの働き — 生物撈拌を中心に — 沿岸海洋研究ノート, 18(2), 67-77.

KIMOTO, S. 1967 : Some quantitative analysis on the chrysomelid fauna of the Ryukyu Archipelago. Esakia, 5, 1-20.

KIRKEGAARD, J. B. 1969 : A quantitative investigation of the central North Sea Polychaeta. Spolia Zool. Mus. Haun., 29, 1-285.

楠田理一・桑谷幸正・古旗喜太夫・太田卓太・船田孝之助・岩見彰彦, 1966 : 舞鶴湾の底生生物群集. 舞鶴市編, 舞鶴湾漁業開発総合調査報告書, 30-55.

桑原昭彦・植田恵司・鈴木重孝・坂野安正, 1979 : 京府府沖合海域における海況の一般的特性について. 京府府立海洋センタ—研究報告, 3, 133-141.

KUZNETSOV, A. P. 1960 : The question of species interrelationships in biocoenoses. Dokl. (Proc.) Acad. Sci. USSR, Biological Sciences Section Translated from Dokl. Akad. Nauk SSSR, 131(4), 954-956 (recited from PEARSON, 1971).

KUZNETSOV, A. P. 1976 : Trophic structure of the sea bottom fauna as a system of an ecological organization. — In "Bottom fauna of the USSR fringing seas" (ed. by FILATOVA, Z. A. and A. P. KUZNETSOV), Inst. Oceanol. Acad. USSR, Moscow, 6-31. [菊池泰二(1978): 生態的系としての海洋ベントス栄養構造の一般的法則性 — A. P. KUZNETSOV の研究から —. ベントス研連誌, 15/16, 94-99. より再引用]

京都大学農学部水産微生物学研究室, 1966 : 底土の化学, 微生物学調査. 舞鶴市編, 舞鶴湾漁業開発総合調査報告書, 20-29.

京都大学農学部水産物理学研究室, 1966 : 舞鶴湾の海況. 舞鶴市編, 舞鶴湾漁業開発総合調査報告書, 13-19.

京都府, 1973 : 京都府水産調査結果報告書 — 昭和38年7月 ~ 昭和47年3月 — , 429-437.

京都府立海洋センター, 1974 : 昭和50年度丹後海地区人工礁漁場造成事業調査報告書, 1-174.

LARSEN, K. 1936 : The distribution of the invertebrates in the Dybeso Fjord. Their biology and their importance as fish food. Rept. Danish. Biol. Sta., 41, 3-36.

LEVINTON, J. 1972 : Stability and trophic structure in deposit-feeding and suspension-feeding communities. Am. Natur., 106(950), 472-486. 5

LIE, U. and M. M. PAMATMAT, 1965 : Digging characteristics and sampling efficiency of the 0.1 m² VAN VEEN grab. Limn. Oceanogr., 10, 379-384.

LIE, U. and D. S. KISKER, 1970 : Species composition and structure of benthic infauna communities off the coast of Washington. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27(12), 2273-2285.

MACARTHUR, R. H. and E. O. WILSON, 1967 : The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, N. J., xi+203.

MCINTYRE, A. D. and A. ELEFATHERIOU, 1968 : The bottom fauna of a flat-fish nursery ground. J. mar. biol. Ass. U. K., 48, 113-142.

MCINTYRE, A. D. 1971 : Introduction: Design of sampling programmes. In "Methods for the study of marine benthos" (ed. by HOLME, N. A. and A. D. MCINTYRE), 1-11.

MENULTY, J. K., WORK, B. C. and H. B. MOORE, 1962 : Level sea bottom communities in Biscayne Bay and neighbouring areas. Bull. mar. Sci. Gulf Caribb., 12(2), 204-233.

舞鶴海洋气象台, 1960 : 舞鶴湾の潮流. 海と空, 76(9), 111-117.

舞鶴海洋气象台, 1975a : 海洋速報, No. 2788別冊, 41. 15

舞鶴海洋气象台, 1975b : 海洋速報, No. 283別冊, 10.

舞鶴海洋气象台, 1976 : 海洋速報, No. 292別冊, 13.

舞鶴海洋气象台海洋課, 1974a : 日本沿岸海洋誌. 308. 若狭湾(I). 沿岸海洋研究, 11(2), 143-150.

舞鶴海洋気象台海洋課, 1974b: 日本沿岸海洋誌, その9. 若狭湾(Ⅱ). 沿岸海洋研究ノート, 12(1), 81-86.

丸茂隆三・木野正昭, 1973: 東京湾の珪藻フラクトン群集の遷移. 24, 11(2), 70-82.

MAURER, D., WATLING, L., KINNER, P., LEATHEM, W. and C. WETHE, 1978: Benthic invertebrate assemblages of Delaware Bay. Mar. Biol., 45, 65-78.

MENGE, B. A. and J. P. SUTHERLAND, 1976: Species-diversity gradients: Synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. Am. Natur., 110, 351-369.

宮地伝三郎, 1938a: 大阪湾の底生群集の定量的研究, 水産報, 海と空, 18, 172-184. 5

宮地伝三郎, 1938b: 田辺湾の底生群集の予察研究, 日本会議誌, 7, 176-178.

MIYADI, D. 1940a: Marine benthic communities of the Tanabe-wan. Annot. Zool. Japan, 19, 136-148.

MIYADI, D. 1940b: Marine benthic communities of the Osaka-wan. J. Oceanogr., 12(2), 1-15.

宮地伝三郎・増井哲夫, 1942a: 的天湾及び五箇所湾の底生群集の比較研究. 日本会議誌, 11, 111-127.

宮地伝三郎・増井哲夫, 1942b: 七尾湾の底生群集の研究. 日本海洋学会誌, 2(1), 1-21.

宮地伝三郎・増井哲夫, 1942c: 鹿児島湾及び山川港の底生群集に就て. 海洋時報, 13, 271-281.

宮地伝三郎・増井哲夫・松永保, 1942d: 福岡湾の底生群集の定量的研究. 海と空, 22, 232-251. 5

宮地伝三郎・増井哲夫・波部忠重, 1944: 内湾度と内湾の生物群集型に就て. 京大生理生態業績, 3, 1-20.

宮地伝三郎・波部忠重・川口正雄・山路勇, 1950: 舞鶴湾の水産の海洋生物学的基礎. 水産動物の研究, 1, 33-44.

宮地伝三郎・波部忠重・山路勇, 1952: 美保湾・中海の海況と生物群集(美保湾生物調査1). 京大生理生態, 76, 1-29.

宮地伝三郎・波部忠重・山路勇・布施慎一郎, 1954: 美保湾・中海の海況と生物群集(美保湾生物調査2). 京大生理生態, 78, 1-29.

- MOLANDER, A. R. 1928 : Animal communities on soft bottom areas in the Gullmar Fjord. Kristinebergs Zoologiska Sta., 1877-1927, 2, 1-90.
- MORISITA, M. 1959 : Measuring of interspecific association and similarity between communities. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. (Ser. E), 3, 65-80.
- MORTON, J. and M. MILLER, 1968 : The New Zealand Sea shore. Collins, London, 1-633.
- 中尾繁, 1976a : 底質および種組成からみた多毛類, イソメ科3種の食性. 北大水産学部研究彙報, 27, 63-70.
- 中尾繁, 1976b : 函館湾の底生動物群集. 生理生態, 17, 173-177.
- NICHOLS, F. H. 1970 : Benthic polychaete assemblages and their relationship to the sediment in Port Madison, Washington. Mar. Biol., 6, 48-57.
- 新野弘, 1950 : 若狭湾口の諸石礁及びこれに近接する大陸棚の底質. 東水大研究報告, 37(1), 1-274.
- NISHIMURA, S. 1965-1969 : The zoogeographical aspects of the Japan Sea. Part I-V. Publ. Seto-Mar. Biol. Lab., 13(1), 35-79, 13(2), 81-101, 13(5), 365-384, 15(5), 329-352, 17(2), 67-142.
- O'CONNOR, J. S. 1972 : The benthic macrofauna of Moriches Bay, New York. Biol. Bull. (Woods Hole), 142(1), 84-102.
- 尾形哲男・沖山宗雄・谷野保夫, 1973 : トロロシ漁獲物からみた日本海における深海生物資源の性状. 日水研報告, 24, 21-51.
- 岡田要・内田清之助・内田亨(監修), 1965 : 新日本動物図鑑(中), 北隆館(刊), 537.
- PARKER, R. H. 1956 : Macro-invertebrate assemblages as indicators of sedimentary environments in east Mississippi Delta region. Bull. Am. Ass. petrol. Geol., 40, 295-376.
- PEARSON, T. H. 1970 : The benthic ecology of Loch Linnhe and Loch Eil, a sealoch system on the west coast of Scotland. I. The physical environment and distribution of the macrobenthic fauna. J. exp. Biol. Ecol., 5, 1-34.
- PEARSON T. H. 1971 : Studies on the ecology of the macrobenthic fauna of Lochs Linnhe and Eil, west coast of Scotland. II. Analysis of the macrobenthic fauna by comparison of feeding groups. Vie et Milieu, Suppl., 22, 1, 53-91.
- PEARSON, T. H. and R. ROSENBERG, 1978 : Macrobenthic succession in

- relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 16, 229-311.
- PETERSEN, C. G. J. and P. BOYSEN-JENSEN, 1911 : Valuation of the sea. I. The animal life on the sea bottom : its food and quantity. Rept. Danish Biol. Sta., 20, 1-78.
- PETERSEN C. G. J. 1913 : Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and the importance for marine zoogeography. Rept. Danish Biol. Sta., 21, 1-44.
- PETERSEN, C. G. J. 1915 : On the animal communities of the sea bottom in the Skagerrak, the Christiania Fjord and the Danish waters. Rept. Danish Biol. Sta., 23, 3-28. 5
- PETERSEN, C. G. J. 1918 : The sea bottom and its production of fish food. Rept. Danish Biol. Sta., 25, 1-62.
- PETTIBONE, M. H. 1966 : Revision of the Pilargiidae (Annelida: Polychaeta), including descriptions of new species, and redescription of the pelagic *Podarmus ploa* CHAMBERLIN (Polynoidae). U.S. Natn. Mus. Proc., 118(3525), 155-208.
- REISH, D. J. 1959a : A discussion of the importance of the screen size in washing quantitative marine bottom samples. Ecology, 40(2), 307-309. 10
- REISH, D. J. 1959b : An ecological study of pollution in Los Angeles-Long Beach Harbors, California. Allan Hancock Found. Occ. Paper, 22, 1-119.
- RHOADS, D. C. AND D. K. YOUNG, 1970 : The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. J. Mar. Res., 28(2), 150-178.
- ROSENBERG, R. 1972 : Benthic faunal recovery in a Swedish fjord following the closure of a sulfite pulp mill. Oikos, 23(1), 92-108.
- ROSENBERG, R. 1973 : Succession in benthic macrofauna in a Swedish fjord subsequent to the closure of a sulfite pulp mill. Oikos, 24(2), 244-258. 15
- ROSENBERG, R. 1975 : Stressed tropical benthic faunal communities off Miami, Florida. Ophelia, 14, 93-112.
- ROSENBERG, R. 1977 : Benthic macrofaunal dynamics, production, and dispersion in an oxygen-deficient estuary of west Sweden. J. exp. mar. Biol. Ecol., 26(2), 107-133.
- ROWE, G. T., POLLONI, P. T. and S. G. HORNER, 1974 : Benthic biomass estimates from the north-western Atlantic Ocean and the northern Gulf of Mexico. Deep-Sea Res., 21, 641-650.

- SANDERS, H. L. 1956 : Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. X. The biology of marine bottom communities. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 15, 345-414.
- SANDERS, H. L. 1958 : Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. Limn.-Oceanogr., 3, 245-258.
- SANDERS, H. L. 1960 : Benthic studies in Buzzards Bay. III. The structure of the soft-bottom community. Limn. Oceanogr., 5, 138-153.
- SANDERS, H. L., HESSLER, R. R. and G. R. HAMPSON, 1965 : An introduction to the study of the deep-sea benthic faunal assemblages along the Gay Head-Bermuda transect. Deep-Sea Res., 12, 845-867. 5
- SANDERS, H. L. 1968 : Marine benthic diversity : A comparative study. Am. Natur., 102(925), 243-282.
- 佐藤住弘, 1959 : 龍代沖の底質 (II) (砂の分類に関する一考察), 水路電報, 60, 45-51.
- SMITH, K. L. Jr. and J. D. HOWARD, 1972 : Comparison of a grab sampler and large volume corer. Limn. Oceanogr., 17, 142-144.
- SOKOLOVA, M. N. 1972 : Trophic structure of deep sea macrobenthos. Mar. Biol., 16(1), 1-12.
- STEVEN, G. A. 1930 : Bottom fauna and the food of fishes. J. mar. biol. Ass., U. K., N. S., 16, 677-706. 10
- 水産庁, 1974 : 昭和46年(前期)海洋観測資料, 758-763.
- 水産庁, 1975 : 昭和46年(後期)海洋観測資料, 854-863.
- 水産庁沖合漁業課・水産庁研究課・水産庁香住漁業調整事務所, 1974 : 日本海区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料(1972年), 1-177.
- 玉井恭一・永田樹三, 1977 : 紀伊水道域におけるベントス群集について. 多毛類を中心として. 南海水研報告, 10, 17-32.
- 谷田専治・奥田泰造, 1958 : 松島湾の水産資源に関する基礎研究. 水7報. 底生動物の垂直分布とその季節遷移. 東北水研報告, 11, 112-126.
- TANIGUCHI, M. 1964 : Community of marine algae in Tsuruga Bay, Fukui Prefecture. J. J. Ecol., 14, 1-4.
- THORSON, G. 1950 : Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biol. Rev., 25, 1-45.

- THORSON, G. 1957 : Bottom communities (Sublittoral or shallow shelf).
Geol. Soc. Am. Memori., 67, 461-534.
- USCHAKOV, P. 1955 : [Polychaetous annelids of the Far Eastern Seas of
the USSR.] (In-Russian). Akad. Nauk SSSR, keys to the Fauna
of the SSSR, 56, 1-433. (Translated, 1965 by Israel Program Sci-
entific Translating, Jerusalem).
- WIGLEY, R. 1967 : Comparative efficiencies of VAN VEEN and SMITH=
MCINTYRE grab samplers as released by motion pictures. Ecology,
48(1), 168-169.
- WOODIN, S. A. 1974 : Polychaete abundance pattern in a marine soft-
sediment environment : The importance of biological interaction. 3
Ecol. Monogr., 44(2), 171-187.
- YAMAJI, I. 1954 : Plankton investigation in inlet waters along the
east of Japan. XIV. The plankton of Turuga Bay on the Japan Sea
coast. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 4(1), 115-126.
- 山路勇, 1974 : 伊勢・三河湾における生物相と汚濁環境との関係.
海域汚濁の時間的・空間的連続性に関する研究報告書(産業公害防
止協会編, 伊勢湾における汚濁物質の循環性に関する調査),
227-278.
- YAMAMOTO, G. 1950 : Benthic communities in Mutsu Bay. Sci. Rept. 10
Tohoku Univ., Ser. IV(Biology), 18(4), 482-487.
- 山本護太郎・北森良之介・西平守孝・穴戸勇・石山宣雄・波部忠重, 1969 :
仙台湾バントスの生産 その2. JIBP-PM仙台湾班昭和43年
度研究経過報告, 109-119.
- 山本護太郎・北森良之介・西平守孝・穴戸勇・波部忠重, 1970 : 仙
台湾バントスの生産 その3, 8. 重要種の生活環と生長に関する
ニ, 三の知見について. JIBP-PM仙台湾班昭和44年度研究
経過報告, 51-58.
- YOKOYAMA, H. 1981 : Larval development of a spionid polychaete *Para-
prionospio pinnata* (EHLERS). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 26(1/3),
157-170.
- YOKOYAMA, H. and K. TAMAI, 1981 : Four forms of the Genus *Paraprionospio*
(Polychaeta: Spionidae) from Japan. Publ. Seto Mar. Biol. Lab.,
26(4/6), 303-317.

Abstract

Smaller macrobenthic animals have been investigated on the level bottoms of various areas around Wakasa Bay, including Maizuru Bay, Turuga Bay, Obama Bay, Tango-kai (the westernmost part of Wakasa Bay) and the continental slope off Wakasa Bay area. Samples were obtained by using the two types of SMITH-MCINTYRE bottom samplers (0.1 m² and 0.05 m²) quantitatively and washed through a 1.0 mm mesh screen.

The number of species, the numerical densities and the biomasses are highly variable among survey stations; ranging from 2 to 136 species per 0.1 m², 20 to 13,020 individuals per m² and 0.3 to 178.9 gram wet weight per m², respectively. A rather poor distribution of species was found at Maizuru Bay and the continental slope deeper than 150 m, whereas, higher figures were common on the sandy bottoms around the mouth of Wakasa Bay and in two inner bays (Turuga Bay and Obama Bay) that were surveyed. The numerical density showed almost the same pattern as the case of the number of species except in the bay bottoms of Maizuru Bay and Obama Bay where certain bivalve species (*Theora lubrica* and *Musculus senhousia*) were heavily populated. On the contrary, the biomass showed a completely different pattern. Higher figures are observed on the bottom of the continental slope where the big animals including some ophiurans are common in the community. The poorest biomass was observed in the mud bottom of Turuga Bay. The quantitative comparison with other works revealed that the quantitative level of the macrobenthic animal communities in the present survey area are intermediate for both the numerical density

and the biomass.

Sediment texture seemed to have a considerably important role for determining the levels of the species richness and the numerical density, while no actual relation is observable between the biomass and the sediment property. Among the various components of the sediment, the most decisive factor is the silt content, which had a strong negative correlation to both variables (the number of species and the numerical density).

In the case of the number of species, for instance, the maximum was found in the sediment with about 10 per cent silt and the highest figure at each silt content level decreases drastically with the increase of the silt content in the sediment, although the figures have wide variations among survey stations throughout the silt content spectrum. The number of species at each silt content level never exceeded the line given by the formula, $Y=147.9532-1.3606X$, where Y is the number of species and X is the silt content percentage of the sediment at each survey station.

The mechanism, through which the number of species would be determined at each survey station, was discussed. Since this line is regarded as a kind of the species saturation curve, the species saturation level at each survey station can be assessed. It was emphasized here that this procedure could be very useful for assessing the species richness at any survey area since no practical ideas about how many species could exist together at any unit area of the bottom have ever been available. On the other hand, the relationship between the numerical density and the silt content of the sediment is less suggestive. The extraordinary high values of densities can be frequently found near both ends of the silt content spectrum, where some species tend to form the dense populations

In addition to the quantitative study, the faunal feature was also

examined through the entire survey area, chiefly polychaete species being dealt with. Several sub-areas are distinguishable within any single area according to its faunal pattern. The faunal characteristics were summarized with reference to the bottom environment on each sub-area. The succession pattern of the polychaete fauna from the inner bay to the continental slope around Wakasa Bay area was described in detail and compared with the other areas in the last part of this thesis.

Table 1. List of the surveys from which the materials for this study were obtained.

LOCALITY	DATE	NO. OF SAMPL- ING STATION	SAMPLING GEAR USED	SAMPLING AREA AT EACH STATION (M ²)
Maizuru Bay	'71.4.20-'71.5.10	77	L-SM	0.1
"	'74.4.30-'74.5.2	15	L-SM	0.3
"	'74.8.5-7	15	L-SM	0.2-0.3
"	'74.11.5-6	12	L-SM	0.3
"	'75.1.27-28	12	L-SM	0.2-0.3
Turuga Bay	'76.4.6-8	43	S-SM	0.1-0.15
Obama Bay	'77.6.8	39	S-SM	0.1
Wakasa Bay	'73.4.24-25	12	S-SM	0.2-0.25
Off Yura River	'73.8.20-21	14	S-SM	0.2-0.25
"	'73.11.14-16	14	S-SM	0.25
"	'74.1.16	7	S-SM	0.25
"	'74.4.22	14	S-SM	0.25
"	'75.4.18	4	S-SM	0.25-0.5
"	'76.4.23	6	S-SM	0.2-0.25
Tangō-kai	'76.7.26-28	29	L-SM S-SM	0.1-0.2
"	'78.5.22-'78.6.22	51	L-SM	0.1-0.2
"	'79.7.11	12	L-SM	0.2
"	'79.11.15-16	25	L-SM	0.2
"	'80.2.26	12	L-SM	0.2
"	'80.5.19	12	L-SM	0.2
Off Etizen Coast	'78.7.11-12	18	L-SM	0.2
Off Wakasa Bay	'75.7.18-'75.9.26	27	L-SM	0.1-0.3

L-SM : Large SMITH-MCINTYRE Grab
(0.1m²)

S-SM : Small SMITH-MCINTYRE Grab
(0.05m²)

Table 2. Depth and sediment properties at the survey stations where both large and small type gears were used simultaneously.

STATION	DEPTH (m)	MdØ	PARTICLE COMPOSITION (%)	
			sand	silt-clay
A	95	2.14	80.0	20.0
B	115	3.46	65.5	35.5
C	80	2.17	83.1	16.9
D	110	3.30	58.2	41.8
E	70	2.61	72.6	27.4
F	63	3.25	66.7	33.3
G	70	2.31	77.4	22.6
H	75	1.91	88.4	11.6
I	75	2.67	75.4	24.6
J	5	2.12	92.8	7.2
K	6	4.95	19.8	80.2

Table 3. Comparison on number of species, numerical densities and biomasses collected using large type gear(L-SM) and small type gear(S-SM). In the column of small type gear figures were obtained by summing two samples at every station in order to make direct comparison between two gears possible.

ST	L-SM	S-SM
a	61.5	66
B b	227	240
c	1.9	0.9
a	54	57
D b	198	189
c	1.5	0.6
a	68	57
G b	118	105
c	1.2	0.7
a	85	47
I b	188	82
c	1.4	0.5
a	14.8	14.1
J b	58.1	44.0
c	-	-
a	17.3	18.5
K b	93.5	71.7
c	2.3	3.0

a : Number of species (/0.1m²)

b : Number of individuals (/0.1m²)

c : Wet weight (g/0.1m²)

Table 4. Comparison of numerical composition(%) of various taxonomical animal groups between two gears.

STATIONS ANIMAL GROUP (%)	A		B		C		D		E	
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
POLYCHAETA	69.3	75.9	56.3	40.8	70.1	46.8	41.4	36.3	71.0	61.5
MOLLUSCA	9.0	9.3	13.9	22.1	11.8	8.1	13.1	20.8	9.3	15.4
CRUSTACEA	16.1	11.1	26.5	32.1	8.0	6.5	40.4	35.6	6.2	7.7
OTHERS	5.6	3.7	3.3	5.0	10.2	38.7	5.1	7.4	13.5	15.4

F	G		H		I		J		K	
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
78.1	71.9	65.3	64.9	58.3	61.7	63.4	22.9	17.7	32.6	32.7
9.5	8.8	17.8	4.7	1.7	6.4	9.8	38.2	32.7	20.0	39.2
3.6	12.3	11.0	24.3	28.3	26.1	21.1	31.0	45.5	26.8	10.6
8.9	7.0	5.9	6.2	11.7	5.9	5.7	7.9	4.1	20.5	17.5

L : Large sized gear , S : Small sized gear

Table 5. Comparison of numerical composition of some dominant polychaete species collected by two gears.

Sts. B, D, G, I			St. J		
L	S		L	S	
<i>Myriochele oculata</i>	6.8%	<i>Nephtys</i> sp. A	10.3%	<i>Neritides</i> sp. A	37.6%
<i>Nephtys</i> sp. A	6.6	<i>Pherusa plumosa</i>	7.8	<i>Orbinilidae</i> gen. sp.	25.6
<i>Chone filicaudata</i>	6.2	<i>Prionospio</i> sp. A	7.1	<i>Glycera</i> sp. A	18.8
<i>Pherusa plumosa</i>	5.9	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	6.7	<i>Aglaophamus sinensis</i>	3.8
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	5.7	<i>Chone filicaudata</i>	6.7	<i>Magelona</i> sp. A	3.0
<i>Prionospio</i> sp. A	5.3	<i>Lumbrineris</i> sp. A	5.3	<i>Lumbrineriopsis</i> sp.	3.0
<i>Notomastus</i> sp.	4.1	<i>Flabelligeridae</i> gen. sp.	4.6	<i>Chaetozone</i> sp. A	1.5
<i>Sabellidae</i> gen. sp.	3.9	<i>Sabellidae</i> gen. sp.	3.9	<i>Glycera alba</i>	1.5
<i>Maldane cristata</i>	3.2	<i>Praxillella affinis</i>	2.8		
<i>Lysippe labiata</i>	2.3	<i>Sternaspis scutata</i>	2.5		
St. K					
L	S				
<i>Telesavus costarum</i>	47.5%	<i>Telesavus costarum</i>	23.9%		
<i>Paraprionospio pinnata</i>	16.4	<i>Paraprionospio pinnata</i>	23.9		
<i>Lumbrineris longifolia</i>	11.5	<i>Sigambra tentaculata</i>	12.7		
<i>Sigambra tentaculata</i>	8.9	<i>Pseudeurythoe</i> sp.	9.9		
<i>Euchone limicola</i>	4.6	<i>Notomastus</i> sp.	5.6		
<i>Notomastus</i> sp.	2.6	<i>Lumbrineris longifolia</i>	4.2		
<i>Harmothoe imbricata</i>	2.0				

Table 6. Number of species, number of individuals and wet weight of animals collected.

Taxonomical groups of animals	Species	Individuals	Weight* g
Polychaeta	85 (45.2)**	866 (37.3)	26.47 (31.7)
Mollusca	43 (22.9)	1,076 (46.3)	23.93 (28.6)
Echinodermata	8 (4.3)	196 (8.4)	15.29 (18.3)
Crustacea	15 (8.0)	35 (1.5)	1.54 (1.8)
Others	37 (19.7)	150 (6.5)	16.38 (19.6)
Total	188	2,322	83.61

* Sum of the specimens under 1 gram wet weight

** Percentage to the total

Table 7. Number of species, numerical density, numerical composition of the taxonomical animal groups and some dominant species of each subareas in Maizuru Bay.

Area		A	C
Number of stations		13	18
Total number of species		79	59
Mean number of species collected per single station (range)		14.3±3.3 (8-30)	10.3±2.2 (2-20)
Population density per m ² (range)		786.2±385.4 (170-2,890)	211.7±51.5 (20-430)
Individual composition	P*	14.3 %	52.9 %
	M	76.6	27.1
	E	2.4	9.3
	C	0.3	2.9
	O	6.4	7.7
Species composition	<i>Theora lubrica</i>	66.8 %	<i>Theora lubrica</i> 24.2 %
	<i>Notomastus</i> sp.	2.9	A species of Apoda 8.8
	<i>Veremolpa micra</i>	2.3	<i>Prionospio ehlersi</i> 8.5
	<i>Ringicula doliaris</i>	2.0	<i>Notomastus</i> sp. 6.4
	A species of Apoda	2.0	<i>Lumbrineris longifolia</i> 5.9
			<i>Paraprionospio pinnata</i> 4.5
Area		B	D
Number of stations		25	21
Total number of species		68	115
Mean number of species collected per single station (range)		9.0±1.4 (3-13)	10.4±3.2 (3-29)
Population density per m ² (range)		210.0±75.3 (30-650)	188.1±69.9 (40-790)
Individual composition	P*	52.5 %	61.8 %
	M	20.8	15.8
	E	19.3	8.8
	C	0.6	4.1
	O	6.9	9.5
Species composition	A species of Apoda	19.0 %	<i>Prionospio ehlersi</i> 10.5 %
	<i>Theora lubrica</i>	17.1	<i>Theora lubrica</i> 8.1
	<i>Notomastus</i> sp.	13.7	<i>Lumbrineris longifolia</i> 6.4
	<i>Lumbrineris longifolia</i>	7.8	A species of Apoda 5.4
	<i>Prionospio ehlersi</i>	5.7	<i>Glycera chirori</i> 5.4
	<i>Tharyx</i> sp. ^A	5.3	<i>Eunice</i> sp. 4.2
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	4.5	<i>Notomastus</i> sp. 3.4
	<i>Glycera chirori</i>	3.9	

* P: Polychaetes, M: Molluscs, E: Echinoderms, C: Crustaceans, O: Others

Table 8. Comparison of the present results with the past data in terms of numerical densities of benthic animals in Maizuru Bay.

Author	MIYADI <i>et al.</i> (1950)	KUSUDA <i>et al.</i> (1966)	HAYASHI (1971)	Present author
Sampling date	May 1946	July 1961	July 1970	Apr.-May 1971
Sampling gear	Ekman $\left(\frac{1}{50} \text{ m}^2\right)$	Reformed Dandy $\left(\frac{1}{63} \text{ m}^2\right)$	SMITH-McINTYRE $\left(\frac{1}{10} \text{ m}^2\right)$	SMITH-McINTYRE $\left(\frac{1}{10} \text{ m}^2\right)$
Number of stations	47	90	15	77
Number of individuals collected per m^2	1,133	289	240	302
Composition				
Polychaeta	257 (22.7%)	200 (69.2%)	111 (46.3%)	113 (37.3%)
Mollusca	769 (67.9)	54 (18.7)	63 (26.3)	140 (46.3)
<i>Theore lubrica</i>	629 (55.5)	9 (3.1)	6 (2.5)	118 (39.2)
Echinodermata	49 (4.3)	?	54 (22.5)	26 (8.4)

Table 9. Depth and sediment characteristics at each survey station in Turuga Bay.

St.	Depth (m)	Md ϕ	Particle Grade (%)							Ignition loss (grams/100 grams dry mud)
			<1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8<	
A	8	1.59	24.50	43.73	28.12	1.09	0.24	0.49	1.83	1.75
B	7	<-1	67.75	17.38	7.56	2.25	+	1.87	3.19	3.84
C	7	<1	71.66	23.61	1.62	0.21	0.21	+	2.70	1.61
D	4	2.55	0.74	1.81	86.32	6.57	+	0.94	3.62	3.17
1	17	5.15	0.93	1.22	2.75	17.92	48.06	13.05	16.08	8.79
2	15	5.09	5.62	2.38	1.45	11.86	53.23	14.39	11.08	8.24
4	12	—	—	—	—	—	—	—	—	5.30
9	23	4.91	10.82	8.30	6.71	9.32	32.77	16.74	15.33	5.26
12	18	4.04	2.36	1.63	3.98	41.45	27.71	11.45	11.42	6.84
18	23	1.38	44.92	13.32	9.19	8.88	4.72	10.14	8.83	3.64
28	20	5.88	1.16	1.82	1.81	4.18	43.74	28.85	18.45	7.83
30	17	5.77	3.01	2.28	1.99	5.51	41.92	29.19	16.11	10.14
35	25	5.04	0.01	0.23	1.62	24.97	45.27	16.01	11.89	5.19
37	27	5.00	0.20	1.10	1.19	26.06	43.27	14.66	13.51	5.33
44	6	3.15	13.92	5.66	23.27	50.19	1.65	0.28	5.04	7.97
46	20	3.82	2.57	1.98	3.88	50.98	16.89	15.32	8.39	7.14
48	27	5.22	0.20	0.28	0.69	24.58	39.99	18.52	15.76	6.85
50	28	4.35	11.32	9.92	10.39	12.79	33.02	11.67	10.90	4.49
54	30	4.83	0.20	0.28	0.83	31.99	40.60	14.65	11.44	4.99
58	11	3.11	1.61	6.99	36.67	47.46	1.37	+	5.90	10.03
60	10	—	95.03	0.64	0.66	0.91	+	0.22	2.54	20.61
62	30	4.79	+	0.26	0.94	35.30	34.29	16.15	13.07	5.46
66	31	4.97	0.37	0.51	3.32	23.19	46.77	14.39	11.46	5.89
71	33	4.33	0.30	0.28	2.36	41.25	34.16	11.12	10.52	5.52
78	28	3.98	0.14	0.33	3.02	47.37	32.77	8.59	7.78	3.64
81	34	4.46	0.11	0.39	2.31	42.58	29.38	11.01	14.22	5.85
83	9	2.85	0.44	0.11	58.37	36.50	+	0.85	3.72	4.38
88	20	2.80	1.11	1.03	58.62	29.97	2.77	0.33	6.17	6.37
91	38	3.78	0.42	1.05	4.62	56.47	15.96	10.20	11.28	4.11
95	4	1.75	31.83	24.62	29.13	9.33	+	0.63	4.47	2.26
101	18	1.75	7.30	56.45	29.47	0.89	+	0.10	5.80	2.56
103	37	1.59	17.24	56.27	21.90	0.77	+	+	3.82	1.08
105	25	2.73	0.72	1.33	64.90	23.45	2.69	+	6.90	5.22
107	11	3.14	0.18	0.51	43.42	44.40	1.44	1.55	8.52	4.67
113	30	4.21	0.53	0.70	3.30	41.82	34.58	9.21	9.87	6.39
115	38	3.64	1.36	4.03	24.82	30.96	14.36	12.30	12.17	4.92
117	29	1.08	46.59	46.56	3.17	0.40	+	0.46	2.80	1.32
122	36	2.76	3.82	24.05	29.14	21.29	4.96	7.01	9.70	5.14
125	12	2.74	0.33	3.17	62.78	28.14	+	0.99	4.60	5.43
131	6	2.67	0.20	4.67	66.88	20.41	2.59	+	5.27	4.29
132	23	2.64	0.18	2.86	73.73	16.75	1.11	+	5.39	4.00
134	43	3.61	1.79	2.18	16.49	47.51	11.01	9.81	11.21	5.81
137	25	0.86	56.33	32.88	6.78	0.37	1.00	+	2.63	7.00

Table 10. Number of species, numerical density and biomass at each survey station in Turuga Bay.

ST.	NUMBER OF SPECIES ¹⁾						NUMERICAL DENSITY ²⁾					BIOMASS ³⁾				
	T	P	M	C	O	T'	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O
A	41	24	4	8	5	70	4,052	2,833	153	453	613	103.2	35.5	3.2	1.0	63.4
B	54	32	7	5	10	85	4,740	3,807	320	173	440	37.3	16.3	7.0	1.7	12.3
C	27	13	6	3	5	45	2,200	1,600	320	80	200	17.6	7.8	6.9	0.2	2.7
D	8	1	2	4	1	12	914	27	107	700	80	1.9	0.3	0.5	0.9	0.1
1	23	16	4	0	3	32	1,070	790	150	0	130	6.8	4.9	1.4	0	0.5
2	19	13	3	1	2	25	1,030	640	180	20	190	11.4	9.8	1.1	+	0.5
4	40	25	4	5	6	61	3,073	2,333	147	173	420	13.3	7.3	1.9	2.6	1.5
9	20	13	2	3	2	29	1,486	900	180	60	346	5.5	3.1	0.5	0.3	1.6
12	21	14	2	2	3	31	1,254	1,027	60	47	120	3.8	3.4	0.2	+	0.1
18	23	15	1	4	3	35	1,273	833	20	200	220	5.8	3.1	0.3	1.9	0.6
28	8	5	1	0	2	13	214	107	53	0	54	2.6	1.2	1.2	0	0.2
30	9	7	1	0	1	13	367	240	73	0	54	5.2	2.1	2.9	0	0.2
35	22	13	4	2	3	35	1,213	700	107	113	293	6.5	4.1	1.7	0.2	0.6
37	21	13	2	3	3	26	1,259	893	73	173	120	6.0	5.0	0.3	0.4	0.3
44	51	32	3	9	7	76	4,753	3,680	140	740	193	28.4	15.3	1.1	2.3	9.6
46	35	22	4	5	4	49	2,867	2,180	207	120	360	8.9	5.7	0.6	2.0	0.6
48	17	12	2	2	1	27	1,047	827	60	113	47	6.5	5.5	0.2	0.7	0.1
50	21	15	2	2	2	34	867	627	40	100	100	4.7	3.7	0.4	0.4	0.2
54	27	18	2	5	2	38	1,440	1,053	87	200	100	12.8	4.3	4.7	2.9	0.9
58	55	33	4	12	6	80	5,220	4,080	160	690	290	39.3	24.0	9.2	1.8	4.3
60	45	26	4	9	6	74	3,906	2,233	153	1,187	333	29.5	17.9	4.6	2.7	4.3
62	19	12	1	4	2	30	950	690	20	220	20	5.5	3.8	+	0.7	1.0
66	25	18	2	3	2	36	1,753	1,560	47	93	53	9.0	6.3	0.3	2.3	0.2
71	21	13	3	3	2	30	850	690	60	60	40	11.2	3.7	7.2	0.3	+
78	27	19	3	4	1	42	1,527	1,267	80	140	40	8.4	5.7	2.4	0.3	0.1
81	21	15	1	3	2	32	987	840	27	73	47	15.6	9.8	0.5	0.9	4.4
83	20	12	3	3	2	32	3,341	3,000	120	127	94	5.4	3.5	1.3	0.1	0.5
88	63	38	3	16	6	92	5,910	3,800	160	1,510	440	41.0	30.0	1.1	1.6	8.3
91	18	13	1	3	1	25	1,217	1,050	13	87	67	5.5	4.3	+	1.1	0.1
95	16	10	2	3	1	29	660	407	60	173	20	6.6	4.0	1.5	0.2	0.9
101	26	15	4	5	2	40	4,467	3,887	200	207	173	22.2	18.1	2.9	0.4	0.7
103	28	19	2	4	3	42	4,720	3,893	307	227	293	12.5	9.7	0.9	0.9	1.0
105	57	28	3	21	5	86	4,460	2,080	113	2,047	220	17.5	10.5	2.3	2.7	2.0
107	36	20	3	10	3	54	6,061	5,367	80	487	127	10.5	5.0	0.7	0.5	4.3
113	31	21	2	6	2	50	2,074	1,607	47	360	60	13.6	7.4	0.1	6.0	0.1
115	23	15	1	4	3	38	1,493	1,273	27	113	80	4.0	3.5	0.1	0.3	0.2
117	19	10	3	3	3	28	2,273	1,940	60	73	200	8.9	7.2	0.8	0.3	0.6
122	45	26	5	8	6	76	2,734	2,107	120	347	160	12.1	8.1	0.9	0.8	2.3
125	48	22	6	13	7	73	4,167	2,553	247	1,093	274	16.7	7.0	1.7	1.1	6.9
131	27	11	4	10	2	44	8,053	6,633	140	1,207	73	19.1	17.3	0.7	0.8	0.3
132	51	28	2	14	7	71	3,426	2,273	47	733	373	15.8	12.3	0.3	1.1	2.1
134	38	21	4	9	4	57	2,719	2,013	93	533	80	9.1	7.3	0.4	0.6	0.8
137	22	12	3	2	5	35	1,930	1,410	290	60	170	3.8	2.6	0.5	0.2	0.5

T : TOTAL, P : POLYCHAETA, M : MOLLUSCA, C : CRUSTACEA, O : OTHERS,

T' : Assessed total number of species per 0.1 m²

1) per 0.05 m²

2) individuals per m²

3) gram wet weight per m²

Table 11. Environmental conditions, number of species, numerical density, biomass and some dominant species of each subarea in Turuga Bay.

AREA	A	B	C	D
NUMBER OF STATIONS	21	2	10	4
WIDE RANGE OF SEDIMENT	1.38 - 5.88	2.76 - 3.61	> 3.15	1.59 - 3.14
MEAN NUMBER OF SPECIES PER 0.1 M ²	32 (13 - 49)	67 (57 - 76)	74 (45 - 92)	50 (32 - 73)
NUMERICAL DENSITY PER M ²	1,249.4 ± 344.2 (214 - 2,867)	2,726.5 ± 7.5 (2,719 - 2,734)	4,174.0 ± 736.5 (2,200 - 5,910)	4,572.3 ± 1,574.6 (3,341 - 6,061)
BIOMASS IN GRAIN WET WEIGHT PER M ²	7.6 ± 3.5 (2.6 - 15.6)	10.6 ± 2.1 (9.1 - 12.1)	36.0 ± 23.5 (13.3 - 103.2)	11.3 ± 4.7 (5.4 - 16.7)
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMICAL ANIMAL GROUPS				
P	75.4 ¹	75.6 ¹	68.8 ¹	81.0 ¹
H	6.1	3.9	4.1	4.1
C	8.7	16.1	18.7	10.6
O	9.7	4.4	8.4	4.3
DOMINANT SPECIES	<i>Prionospio ehlersi</i> 25.7 ¹ <i>Nigelona japonica</i> 11.2 <i>Terebellidae atroem</i> 5.1 <i>Euchone limicola</i> 5.1 <i>Capitellidae</i> gen. sp. 5.0 A species of apodan holothuria 4.7	<i>Aricidea neogaeica nipponica</i> 31.9 ¹ <i>Nigelona japonica</i> 9.3 <i>Prionospio ehlersi</i> 5.7 A species of unidentified crustacean 4.9 <i>Capitellidae</i> gen. sp. 3.3 <i>Notomastus</i> sp. 2.9	<i>Spiophanes bombyx</i> 14.0 ² <i>Eunice indica</i> 10.3 <i>Pseudosquilla</i> sp. 9.4 <i>Ampelisca miharaensis</i> 4.5 <i>Polydora flava orientalis</i> 3.7 <i>Prionospio fallax</i> (?) 3.4 ? <i>Euclymene</i> sp. 2.3 <i>Clione</i> sp. 2.1	<i>Euchone</i> sp. 54.7 ² <i>Spiophanes bombyx</i> 3.9 <i>Pseudosquilla</i> sp. 2.1 <i>Eunice indica</i> 1.6 <i>Clione</i> sp. 1.4

AREA	E	F	G	H
NUMBER OF STATIONS	2	2	1	1
WIDE RANGE OF SEDIMENT	1.08 - 1.75	0.86 - 2.67	2.55	1.75
MEAN NUMBER OF SPECIES PER 0.1 M ²	34 (28 - 40)	40 (35 - 44)	12	29
NUMERICAL DENSITY PER M ²	3,370.0 ± 1,097.0 (2,273 - 4,467)	4,991.5 ± 3,061.5 (1,930 - 8,053)	914	550
BIOMASS IN GRAIN WET WEIGHT PER M ²	15.5 ± 9.4 (8.9 - 22.2)	11.4 ± 10.7 (3.8 - 19.0)	1.9	6.5
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMICAL ANIMAL GROUPS				
P	86.5 ¹	80.6 ¹	3.0 ¹	61.7 ¹
H	3.9	4.3	11.7	9.1
C	4.2	12.7	76.6	26.2
O	5.5	2.4	8.8	3.0
DOMINANT SPECIES	? <i>Synaldis</i> sp. 51.3 ² <i>Pseudosquilla</i> sp. 9.5 <i>Spiophanes bombyx</i> 8.4 <i>Tharyx</i> sp. C 6.9 A species of Echinoides 2.4	<i>Polydora flava orientalis</i> 55.2 ² A species of Gastropoda 7.3 <i>Euchone</i> sp. 2.7 A species of Gastropoda 2.5 ? <i>Synaldis</i> sp. 1.9 <i>Prionospio</i> sp. A 1.3	<i>Ampelisca miharaensis</i> 52.5 ² <i>Eohammarillus cheriferus</i> 21.9 <i>Verucella micra</i> 7.3 A species of Echinoides 5.1	<i>Prionospio kruedeneri</i> 11.1 <i>Platynereis</i> sp. 10.1 <i>Gammaridae</i> gen. sp. 8.1 <i>Tanis cavolinii</i> 8.1 ? <i>Euclymene</i> sp. 6.1 <i>Capitellidae</i> gen. sp. 6.1

P : POLYCHAETA, H : MOLLUSCA, C : CRUSTACEA, O : OTHERS

Table 12. Depth and sediment characteristics at each survey station in Obama Bay.

St.	Depth (m)	Mdø	Particle size distribution							Ignition Loss (gr./100gr.dry mud)
			<1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8<	
1	37.0	2.79	7.40	8.19	43.81	22.43	5.53	6.12	6.54	12.01
2	27.0	1.52	19.41	59.43	15.58	2.17	0.48	1.52	1.43	28.35
3	13.0	2.40	3.43	17.71	71.85	5.54	0.17	0.85	0.45	6.79
4	21.0	5.96	0.16	0.32	2.71	2.85	44.84	31.77	17.35	10.14
5	26.0	5.42	1.98	4.45	6.90	10.77	36.52	22.42	16.96	13.93
6	25.0	5.59	0.87	1.79	3.06	3.15	51.73	23.99	15.41	10.19
7	23.0	5.91	0.41	0.87	1.45	3.42	45.96	28.91	18.98	10.21
8	12.0	5.00	2.99	6.00	7.74	6.76	53.07	17.12	6.31	11.04
9	17.0	5.88	1.09	1.21	5.51	10.19	34.12	32.78	15.09	12.57
10	24.0	5.00	1.14	2.84	10.53	8.30	54.41	11.62	11.17	11.44
11	24.0	4.98	2.96	3.69	7.75	11.47	49.38	12.43	12.31	10.30
12	20.0	5.63	0.32	0.36	0.63	1.31	58.12	24.71	14.55	8.22
13	7.0	5.84	1.08	0.83	2.10	4.47	45.04	27.06	19.42	9.28
14	5.0	5.39	0.41	0.35	1.49	6.41	59.71	17.88	13.76	8.51
15	4.0	5.27	0.37	0.37	0.96	5.13	68.03	10.84	14.30	7.96
16	4.0	6.26	0.61	0.75	1.98	3.19	38.90	35.51	19.07	—
17	4.0	6.70	1.05	0.62	2.01	2.59	28.37	43.73	21.64	—
18	14.0	—	—	—	—	—	—	—	—	11.14
19	18.0	—	—	—	—	—	—	—	—	11.25
20	19.0	4.97	1.46	2.89	8.25	17.40	41.38	19.48	9.15	10.14
21	23.0	5.09	0.35	0.71	2.84	6.18	72.94	8.76	8.21	9.56
22	18.0	5.14	0.35	0.54	1.09	8.64	69.05	14.70	5.64	7.42
23	14.0	5.18	0.01	0.07	0.37	7.69	71.19	13.89	6.79	7.54
24	8.0	3.98	0.35	0.39	9.56	40.41	31.29	8.73	9.27	6.99
25	3.0	3.52	0.07	0.14	5.87	84.23	3.15	1.00	5.54	4.01
26	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	11.15
27	17.0	—	—	—	—	—	—	—	—	11.29
28	14.0	1.28	37.61	56.86	1.05	0.28	0.21	1.55	2.45	2.37
29	17.0	4.86	8.53	1.72	2.03	17.89	46.24	13.93	9.66	8.23
30	13.0	3.63	0.59	0.18	9.29	63.68	18.74	2.47	5.06	4.36
31	10.0	3.57	0.87	0.30	4.10	79.19	10.33	1.42	3.79	4.23
32	5.0	3.58	0.45	0.51	4.10	77.30	14.69	+	2.95	6.00
33	3.0	3.65	0.18	0.88	2.61	71.37	20.75	3.41	0.80	4.29
34	9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.91
35	6.0	3.17	0.58	0.79	41.66	42.34	11.54	0.66	2.42	5.06
36	7.0	5.83	0.53	1.12	1.73	3.16	47.42	25.91	20.14	10.59
37	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	11.14
38	4.0	4.63	2.81	9.98	10.44	7.26	62.22	2.59	4.71	11.33
39	4.0	6.45	5.40	7.97	7.78	2.51	18.95	33.03	24.36	12.03

Table 13. Number of species, numerical density and biomass at each survey station in Obama Bay.

St.	Species					Individuals					Biomass				
	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O
1	59	36	7	11	5	1,640	1,280	110	180	70	4.7	3.4	1.1	0.2	+
2	31	15	0	12	4	610	230	0	320	60	1.2	0.6	0	0.5	0.1
3	47	23	3	13	8	1,570	790	80	460	240	10.3	7.3	0.2	0.4	2.4
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	23	11	4	5	3	760	580	50	80	50	4.0	2.8	0.8	0.3	0.1
6	21	13	2	5	1	740	510	90	130	10	7.3	6.1	0.7	0.3	0.2
7	21	11	2	3	5	670	420	120	30	100	9.2	7.9	0.7	0.1	0.5
8	24	13	3	1	7	530	270	100	50	110	10.4	0.9	1.7	0.1	7.7
9	21	15	1	1	4	770	310	120	10	330	40.0	2.0	1.3	0.1	36.6
10	33	18	3	5	7	1,160	690	110	200	160	9.1	4.7	0.4	0.3	3.7
11	22	13	2	4	3	580	330	120	60	70	5.1	1.9	1.2	0.2	1.8
12	25	15	6	3	1	1,140	770	200	140	30	5.6	4.3	0.9	0.3	0.1
13	31	17	5	4	5	1,070	580	260	50	180	77.5	3.3	7.4	0.1	66.7
14	40	22	6	5	7	1,770	800	360	230	380	177.9	6.3	14.5	0.3	156.8
15	38	24	4	5	5	1,290	780	300	70	140	22.6	5.3	1.3	0.8	15.2
16	26	15	4	4	3	1,090	380	550	50	110	32.1	3.0	16.4	+	12.7
17	27	13	7	3	4	1,240	490	600	50	100	56.3	5.0	45.3	3.0	3.0
18	26	17	4	2	3	840	520	170	30	120	29.2	5.6	1.5	0.1	22.0
19	22	11	5	2	4	590	280	110	20	180	31.1	3.6	3.3	0.6	23.6
20	36	23	2	4	7	1,080	760	60	100	160	14.1	4.6	1.0	0.4	8.1
21	36	20	4	4	8	1,170	580	80	210	200	24.6	3.9	0.5	0.6	19.6
22	34	21	4	7	2	1,250	840	110	230	70	20.4	3.7	1.5	5.5	9.7
23	24	16	2	4	2	1,110	820	50	160	80	25.7	5.1	0.7	0.5	19.4
24	40	26	7	2	5	1,700	1,390	110	60	140	43.4	6.3	2.0	0.1	35.0
25	24	13	5	3	3	3,140	430	1,560	1,110	40	37.4	1.2	33.5	2.2	0.5
26	22	10	6	1	5	570	290	140	20	120	23.5	1.4	2.6	0.1	19.4
27	24	12	4	3	5	940	410	100	120	210	40.3	2.8	1.8	0.4	35.3
28	43	20	5	9	9	9,420	8,810	120	110	380	50.2	37.1	0.9	0.4	11.8
29	44	29	5	6	4	1,750	1,270	150	200	130	42.1	10.7	15.8	0.5	15.1
30	25	11	6	6	2	7,180	220	460	6,280	220	122.2	2.2	4.8	7.9	107.3
31	40	20	8	7	5	9,530	590	1,700	7,160	80	42.1	3.9	11.2	4.2	22.8
32	39	20	6	9	4	11,380	930	560	9,810	80	32.5	6.2	21.0	4.6	0.7
33	51	23	12	9	7	5,430	1,270	860	3,120	180	25.0	4.5	10.9	3.5	6.1
34	16	9	4	2	1	410	130	170	60	50	12.6	0.7	9.5	0.1	2.3
35	38	15	6	11	6	13,020	600	480	11,810	130	20.4	1.1	12.8	6.1	0.4
36	27	15	6	3	3	790	340	190	70	190	29.5	3.3	7.6	0.1	18.5
37	24	13	5	3	3	860	310	450	50	50	20.0	2.1	17.2	0.1	0.6
38	32	19	8	1	4	1,340	400	800	50	90	45.4	3.5	40.7	0.2	1.0
39	17	12	4	1	0	2,470	310	2,150	10	0	178.5	12.3	166.1	0.1	0

Table 14. Environmental condition , number of species, numerical density, biomass and some dominant species of each subarea in Obama Bay.

AREA		A	B	C	D			
NUMBER OF STATION		3	13	8	4			
DEPTH RANGE (m)		4.0 - 5.0	4.0 - 24.0	19.0 - 26.0	6.0 - 16.0			
M20 RANGE OF SEDIMENT		4.63 - 6.45	5.00 - 6.70	4.97 - 5.91	3.98 - 5.18			
MEAN NUMBER OF SPECIES (/0.1m ²)		24.3 (17 - 32)	26.5 (16 - 40)	27.1 (21 - 36)	35.5 (22 - 44)			
NUMERICAL DENSITY		1,556.7 (860 - 2,470)	907.7 (410 - 1,770)	912.5 (580 - 1,170)	1,452.3 (1,110 - 1,750)			
BIOMASS (g/m ²)		81.3 (20.0 - 178.5)	44.4 (10.4 - 177.9)	9.8 (4.0 - 24.6)	32.9 (20.4 - 43.3)			
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMICAL ANIMAL GROUP (%)	P*	21.8	47.3	64.9	74.4			
	M	72.8	26.9	11.4	7.2			
	C	2.4	6.9	13.0	11.2			
	O	3.0	18.8	10.7	7.2			
NUMERICAL COMPOSITION OF DOMINANT SPECIES (%)	<i>Musculus senhousia</i>	53.1	<i>Theora lubrica</i>	19.9	<i>Magelona japonica</i>	18.4	<i>Prionospio ehlersi</i>	22.5
	<i>Theora lubrica</i>	15.0	<i>Lumbrineris longifolia</i>	6.4	<i>Prionospio ehlersi</i>	9.2	<i>Aspidisca brevicornis</i>	7.4
	<i>Terebellides stroemi</i>	5.1	Ascidacea gen. sp. A	6.2	<i>Theora lubrica</i>	7.5	<i>Spiophanes kroyeri</i>	6.3
	<i>Prionospio ehlersi</i>	2.8	<i>Terebellides stroemi</i>	6.1	<i>Nephtys paradoxa</i>	6.0	<i>Magelona japonica</i>	3.8
	<i>Nephtys paradoxa</i>	2.4	<i>Prionospio ehlersi</i>	5.6	<i>Lumbrineris sp. A</i>	5.8	<i>Lumbrineris longifolia</i>	3.6
	<i>Lumbrineris longifolia</i>	1.7	<i>Nephtys paradoxa</i>	4.6	<i>Aspidisca brevicornis</i>	4.8	<i>Nephtys paradoxa</i>	3.1
	<i>Glycera chirori</i>	1.5	<i>Glycera chirori</i>	3.3	<i>Lumbrineris longifolia</i>	3.8	<i>Tambalagonia fauvelii</i>	2.8
			<i>Magelona japonica</i>	3.1	<i>Synchelidium miraculum</i>	2.6		
		<i>Mediomastus sp.</i>	2.2	<i>Glycera chirori</i>	2.6			

AREA		E	F	G	H			
NUMBER OF STATION		1	2	1	6			
DEPTH RANGE (m)		37.0	13.0 - 27.0	14.0	3.0 - 13.0			
M20 RANGE OF SEDIMENT		2.79	1.52 - 2.40	1.28	3.17 - 3.65			
MEAN NUMBER OF SPECIES (/0.1m ²)		59.0	39.0 (31 - 47)	43.0	36.2 (24 - 51)			
NUMERICAL DENSITY (/m ²)		1,640	1,090.0 (610 - 1,570)	9,420	8,290.0 (3,140 - 13,020)			
BIOMASS (g/m ²)		4.7	5.8 (1.2 - 10.3)	50.2	46.6 (20.4 - 132.3)			
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMICAL ANIMAL GROUP (%)	P*	78.0	46.8	93.5	8.1			
	M	6.7	3.7	1.3	11.3			
	C	11.0	35.8	1.2	79.1			
	O	4.3	13.8	4.0	1.5			
NUMERICAL COMPOSITION OF DOMINANT SPECIES (%)	<i>Terebellidae gen. sp.</i>	10.4	<i>Spiophanes benbyze</i>	11.5	<i>Polydora flava</i> o.	86.6	<i>Aspidisca brevicornis</i>	76.9
	<i>Ditrupa sp.</i>	6.7	<i>Synchelidium miraculum</i>	4.6	<i>Pseudosquilla sp.</i>	2.3	<i>Vermetidae sp.</i>	9.7
	<i>Prionospio sp. A</i>	6.1	<i>Glycera sp.</i>	3.2	<i>Echinoidea gen. sp.</i>	1.4	<i>Apogonopsia dani</i>	3.1
	<i>Mediomastus sp.</i>	4.9	<i>Sipunculoides gen. sp.</i>	2.8	<i>Euchona sp.</i>	1.4	<i>Naldanidae gen. sp.</i>	0.7
	<i>Ascidacea neosuecica</i> n.	4.3	<i>Pseudosquilla sp.</i>	2.3			<i>Ascidacea gen. sp. B</i>	0.5
	<i>Synchelidium miraculum</i>	3.7					<i>Fararionospio pinnata</i>	0.5
	<i>Magelona sp. A</i>	3.7					<i>Mediomastus sp.</i>	0.5
	<i>Spiophanes kroyeri</i>	3.0						
	<i>Pseudosquilla sp.</i>	3.0						

* P : POLYCHAETA, M : MOLLUSCA, C : CRUSTACEA, O : OTHERS

Table 15. Comparison of the present results with the past data in terms of density of benthic animals in Obama Bay.

AUTHORS		HABE et al. (1946)	PRESENT AUTHOR
SAMPLING DATE		AUG. 1944	JUN. 1977
SAMPLING GEAR		EKMAN.-BIRGE ($\frac{1}{50}m^2$)	SMITH-MCINTYRE ($\frac{1}{20}m^2$)
NO.OF STATIONS		69	38
MESH SIZE USED (mm)		0.5 (?)	1
ASSESSED DEN- SITY (/m ²)		717.4	2,436.8
ASSESSED BIO- MASS (g/m ²)		10.5	36.3
NUMERICAL COM- POSITION OF TAX- ONOMICAL ANIMAL GROUP COLLECTED	P*	32.7%	33.3%
	M	30.2	14.9
	C	28.4	46.4
	O	8.7	5.4
NUMERICAL DENSITY OF SOME DOMINANT SPECIES (individuals/m ²)	Ostacod spp.	127.5	<i>Ampelisca brevicornis</i> 1,034.7
	Amphipod spp.	69.6	<i>Polydora flava</i> o. 216.6
	<i>Terebellides stroemi</i>	63.8	<i>Veremolpa micra</i> 133.4
	<i>Theora lubrica</i>	47.8	<i>Theora lubrica</i> 97.6
	<i>Ditrupa</i> sp.	24.6	<i>Prionospio ehlersi</i> 74.5
	<i>Veremolpa micra</i>	21.7	<i>Musculus senhousia</i> 68.9
			<i>Magelona japonica</i> 51.1
			<i>Lumbrineris longifolia</i> 36.1
			<i>Nephtys paradoxa</i> 33.7
			<i>Terebellis stroemi</i> 29.7

*) P : Polychaete, M : Mollusc, C : Crustacean, O : Others.

Table 16. Quantitative faunal comparison among three inner bays located within Wakasa Bay area.

	Maizuru Bay	Tsuruga Bay	Obama Bay
Mean number of species (/ 0.1 m ²)	10.6	44.9	30.9
Mean density (/ m ²)	302.0	2,558.5	2,436.8
Mean value of biomass (grams/m ²)	10.9	14.7	36.3
Numerical composition of taxonomical animal groups	Polychaeta	73.8 %	33.3 %
	Mollusca	4.8	14.9
	Crustacea	14.2	46.4
	Miscellaneous	7.2	5.4

Table 17. Depth and sediment characteristics at each survey station in Tango-kai (including off Yura River) and off Etizen coast.

a) Tango-kai (1976)

St.	Depth (m)	Hdφ	Particle size distribution of sediment in weight percent							Ignition ²⁾ Loss	
			<1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8<		
1	95	2.34	14.68	25.42	29.51	10.40	5.78	5.87	8.34	7.60	
2	115	1.46	1.20	2.72	32.82	28.76	11.62	9.63	13.26	8.20	
3	80	2.17	14.53	32.54	18.44	17.61	4.17	5.62	7.09	7.39	
4	97	3.76	0.53	1.30	13.56	46.24	14.25	9.90	14.22	7.72	
5	98	3.62	11.40	4.35	15.61	30.19	14.11	11.33	13.02	7.50	
6	110	3.80	1.57	1.91	17.95	36.82	14.45	12.99	14.31	7.32	
7	78	3.30	12.00	14.37	17.26	19.23	14.21	10.39	12.34	7.72	
8	70	4.52	0.18	0.59	8.18	34.88	23.67	12.28	20.21	5.59	
9	68	1.39	29.49	51.84	11.41	1.45	+	2.82	3.00	1.90	
10	70	2.61	6.10	33.24	17.26	16.07	6.92	9.07	11.36	6.03	
11	75	1.66	8.43	62.28	23.06	3.27	+	0.64	2.33	1.68	
12(1)	96	3.61	1.43	1.70	20.70	42.42	13.41	7.03	13.31	6.51	
13	63	3.25	8.25	22.20	14.23	22.03	11.86	11.00	10.44	5.54	
14	70	2.31	9.78	35.35	15.57	16.74	4.10	6.91	11.55	4.28	
15	75	1.91	18.39	35.00	27.00	8.04	1.40	3.49	6.49	5.30	
16	60	4.47	1.04	1.90	15.21	25.47	27.13	13.11	16.15	7.09	
17	66	4.76	12.37	3.53	4.89	14.97	26.38	18.44	19.42	6.63	
18	71	2.04	15.93	33.04	22.05	9.05	5.22	5.55	9.16	5.34	
19	75	2.67	7.13	19.84	34.32	14.13	7.47	6.41	10.70	6.94	
20(1)	82	2.15	14.00	33.10	18.09	12.50	5.96	2.60	13.76	6.00	
21	60	4.17	7.92	4.83	10.19	24.63	29.85	11.83	10.76	5.97	
22	70	3.07	38.82	3.89	5.99	15.25	10.40	11.32	14.33	6.28	
23(1)	76	2.62	6.14	27.59	34.20	8.66	5.45	10.48	12.50	6.55	
24	47	3.96	0.04	0.16	10.67	40.93	25.28	11.04	11.88	4.86	
25	57	4.64	0.35	1.11	7.70	32.85	36.98	10.59	14.42	5.24	
26	62	3.80	15.47	6.21	9.66	23.55	26.42	6.88	11.61	6.09	
27(1)	70	3.82	0.68	1.79	14.84	39.99	15.61	8.92	18.18	6.23	
28(1)	70	3.25	3.27	13.18	30.84	10.73	10.75	15.24	15.99	9.11	
29(1)	75	1.56	34.45	27.43	10.86	3.58	2.40	9.42	11.86	5.27	

1) Small sized gear used (0.05m²)
2) gram per 100 gram dry mud

b) Tango-kai (1978)

ST. DEPTH (m)	H480	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF SEDIMENT IN WEIGHT PER CENT (%)										IGNITION LOSS (g/100 g dry mud)
		< 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 6	6 - 8	8 <				
A 44	4.37	0.09	0.76	10.75	22.37	44.72	14.92	6.89			5.71	
B 63	3.85	7.29	10.05	17.89	17.41	22.14	13.95	11.28			6.24	
C 68	3.65	12.32	9.27	11.12	26.43	13.09	15.14	12.63			7.02	
D 73	3.53	0.68	2.27	30.01	32.13	13.09	9.26	12.56			6.86	
E 62	4.06	1.48	3.60	12.50	30.49	29.86	11.25	10.82			7.13	
F 66	3.50	25.30	5.76	7.89	22.18	20.18	10.17	8.53			6.11	
G 73	2.29	16.96	25.00	27.47	9.81	6.11	7.53	7.11			6.47	
H 78	2.38	19.56	21.55	23.56	8.47	5.81	10.36	10.70			6.39	
I 70	2.91	5.29	26.93	19.60	19.59	9.89	8.08	10.63			6.77	
J 70	1.77	23.41	34.70	11.54	11.09	9.46	1.84	7.96			5.15	
K 69	1.09	45.99	45.66	6.75	0.16	0.26	1.18	1.74			1.74	
L 91	3.57	0.88	1.25	22.65	44.48	16.24	6.59	7.92			8.47	
M 97	3.36	21.06	5.37	33.07	29.27	12.65	11.35	7.22			7.84	
N 102	2.43	30.99	11.81	16.71	15.54	10.13	8.17	6.65			6.10	
O 115	3.83	1.03	1.38	15.31	39.01	19.30	10.44	13.53			8.14	
P 70	3.43	2.26	4.59	29.66	31.42	16.32	3.59	12.17			11.75	
Q 109	3.70	1.35	2.19	19.19	38.70	18.85	10.98	8.75			8.63	
R 119	3.33	2.07	2.30	34.20	34.66	15.01	3.18	8.60			7.90	
S 81	1.87	26.71	26.84	27.10	6.39	3.88	4.36	4.72			9.11	
T 116	2.38	23.78	11.94	37.62	9.90	6.27	2.63	7.86			6.53	
U 104	1.98	36.28	13.97	23.29	9.21	5.13	6.47	5.66			13.58	
V 110	2.34	19.81	17.30	37.53	8.66	4.17	4.61	7.91			7.09	
1 10	3.05	0.74	7.98	39.54	36.24	9.06	2.66	3.78			3.49	
2 20	3.61	0.40	0.97	24.51	39.53	16.21	9.14	9.26			6.28	
3 30	4.73	0.20	0.48	1.72	11.08	49.84	20.35	16.33			7.98	
4 40	4.76	0.47	0.58	1.68	4.16	56.92	22.04	14.16			9.03	
5 50	4.97	0.09	0.40	1.76	7.21	42.00	28.76	19.78			8.95	
6 55	4.58	1.38	1.35	3.60	17.33	45.84	13.64	16.86			7.64	
7 60	4.02	3.03	2.78	7.21	36.43	31.88	9.93	8.74			6.43	
8 67	2.07	16.96	31.85	16.90	12.04	8.69	6.60	6.96			5.68	
9 80	2.99	2.00	11.81	36.68	24.78	10.93	5.52	8.29			7.15	
10 90	3.53	2.53	2.26	25.35	37.61	16.91	6.60	8.75			7.69	
11 100	3.65	2.47	2.58	16.59	43.50	15.95	9.62	9.30			7.04	
12 112	3.56	15.80	6.90	9.41	31.87	16.26	10.02	9.74			6.90	
13 120	3.86	0.95	2.11	18.58	33.04	23.14	10.24	11.95			7.57	
14 10	2.19	0.97	40.53	44.37	11.20	0.14	0.47	2.33			9.19	
15 20	2.42	0.71	18.87	72.54	3.94	0.82		3.12			9.04	
16 30	2.30	1.02	30.47	61.18	3.24	0.09	0.07	1.93			9.93	
17 38	2.27	0.67	32.89	61.04	2.27	0.03	0.36	2.74			9.22	
18 48	2.14	1.57	42.09	44.87	3.39	0.04	2.12	5.93			13.50	
19 61	3.39	3.67	7.72	24.09	37.59	14.31	5.64	6.99			12.16	
20 69	3.50	0.91	1.99	24.57	45.03	11.40	6.82	7.28			10.19	
21 80	3.73	0.46	0.94	13.47	47.96	17.23	10.59	9.40			9.16	
22 91	3.62	0.36	1.51	19.42	46.28	14.34	8.92	9.15			9.15	
23 100	2.95	4.04	5.94	42.36	19.23	13.93	6.60	7.89			9.21	
24 110	2.38	20.07	15.51	37.90	9.96	3.29	6.88	6.39			5.84	
25 119	2.33	30.99	9.19	29.84	9.94	6.86	6.71	6.47			6.46	

Table 17. Continued

c) Off Yura River (Apr., 1974)

DEPTH (m)	MdØ	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF SEDIMENT IN WEIGHT PER CENT (Φ)							IGNITION LOSS (g/100 g dry mud)
		<1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8<	
3	2.28	3.95	36.42	36.27	10.23	5.44	1.92	5.78	2.22
5	2.21	3.64	37.47	41.67	5.90	6.03	1.43	3.85	3.03
10	2.95	0.48	11.85	39.07	34.30	6.71	3.01	4.58	3.10
20	3.43	0.97	2.61	34.00	29.86	18.58	7.36	6.61	4.32
30	5.24	0.80	0.86	1.70	13.01	55.19	16.59	11.85	7.94
40	5.48	1.64	1.01	1.99	6.80	52.47	20.49	15.61	8.38
60	4.65	1.00	1.43	6.23	27.20	41.75	13.45	8.93	5.52

d) Off Etizen Coast (1978)

St.	Depth (m)	MdØ	Particle size distribution of sediment in weight percent (Φ)							Ignition Loss (g/100gdrymud)
			<1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8<	
9	20	2.25	1.027	35.076	56.088	6.483	0.156	0.178	0.992	3.94
3	25	1.57	14.225	62.891	19.979	0.897	1.080	0.152	0.777	5.64
10	40	0.01	83.620	12.926	2.168	0.419	0.170	0.017	0.680	4.18
4-1	50	0.19	75.516	17.544	5.353		0.121	0.467	0.998	3.86
4-2	50	1.91	3.949	50.719	33.090	0.508	10.202	0.174	1.358	5.86
11	60	1.87	2.952	53.823	29.032	2.589		11.604		5.28
5	65	-0.54	96.708	0.406	0.861	0.646	0.079	0.254	1.046	2.90
12	80	2.73	2.269	5.789	57.732	18.766	4.761	4.623	6.059	8.94
6	85	2.82	2.068	5.834	51.553	23.133	4.410	6.558	6.444	7.32
13	100	2.82	2.120	3.229	54.257	22.085	4.108	7.926	6.275	8.38
7	105	2.86	2.039	2.469	53.314	22.247	4.900	7.557	7.474	6.22
14	120	2.51	4.273	18.985	52.141	11.224	2.207	5.896	5.273	5.44

Table 18. Dominant species numerically at 7 depth zones on the lines A and B off the mouth of Yura River which is the coastal region of Tango-kai.

DEPTH (m)		3	5	10
DOMINANT SPECIES (Indiv./m ²)		<i>Nerinides</i> sp. A	<i>Apoprionospio dayi</i>	<i>Veremolpa micra</i>
		<i>Veremolpa micra</i>	<i>Veremolpa micra</i>	? <i>Axiiothella</i> sp.
		<i>Urothoe orientalis</i>	<i>Nerinides</i> sp. A	<i>Tharyx</i> sp. C
		<i>Scoloplos</i> sp. A	<i>Synchelidium miraculum</i>	<i>Moerella jedoensis</i>
		<i>Isaeidae</i> gen. sp.	<i>Urothoe orientalis</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>
		<i>Chaetozone</i> sp. A	<i>Magelona</i> sp. A	<i>Magelona</i> sp. A
		<i>Apoprionospio dayi</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Apoprionospio dayi</i>
		<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Glycera</i> sp. A	<i>Chaetozone</i> sp. A
		<i>Chion kiushiuensis</i>	<i>Moerella jedoensis</i>	<i>Prionospio fallax</i>
20	30	40	60	
DOMINANT SPECIES (Indiv./m ²)		<i>Magelona</i> sp. B	<i>Magelona japonica</i>	<i>Euchone limnicola</i>
		<i>Terebellides stroemi</i>	<i>Magelona</i> sp. B	<i>Nephtys</i> sp. A
		<i>Magelona japonica</i>	<i>Euchone limnicola</i>	<i>Ampelisca brevicornis</i>
		<i>Raeta pulchella</i>	<i>Ampelisca brevicornis</i>	<i>Prionospio ehlersi</i>
		<i>Theora lubrica</i>	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	<i>Magelona</i> sp. B
		<i>Ampelisca brevicornis</i>	<i>Cumacea</i> gen. sp.	<i>Capitellidae</i> gen. sp.
		<i>Euchone limnicola</i>	<i>Raeta pulchella</i>	<i>Magelona japonica</i>
		<i>Mediomastus</i> sp.	<i>Prionospio ehlersi</i>	<i>Armandia lanceolata</i>
		<i>Paralacydonia paradoxa</i>		<i>Prionospio steenstrupi</i>

Table 19. MdØ of the bottom sediments, number of species, numerical density, biomass and some dominant species at each depth zone in the coastal region of Tango-kai.

DEPTH ZONE (M)	3-5	10	20	30-60
MdØ RANGE	1.83-2.72	2.49-3.30	3.10-3.89	4.29-5.94
RANGE OF SPECIES NUMBER (/0.1m ²)	9-31	29-50	22-44	10-33
NUMERICAL DENSITY (/m ²)	589	3,446	1,212	474
BIOMASS (g/m ²)	3.4	10.7	8.4	2.8
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMI- CAL ANIMAL GROUPS (%)	P 54.2 M 15.8 C 29.0 E 1.0	36.4 53.6 6.6 3.5	56.8 26.1 13.9 3.3	66.1 16.9 13.4 3.6
NUMERICAL COMPOSITION OF DOMINANT SPECIES (%)	<i>Neritides</i> sp. A <i>Veremolpa micra</i> <i>Apoprionospio dayi</i> <i>Urothoe orientalis</i> <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Magelona</i> sp. A <i>Isaeidae</i> gen. sp. <i>Chastoxone</i> sp. A	23.9 10.0 6.8 6.6 2.9 2.7 1.7 1.5	47.1 5.6 5.0 3.7 3.5 2.8 2.0 1.9	13.0 8.7 6.9 5.9 4.0 4.0 3.8 3.5
	<i>Veremolpa micra</i> ? <i>Arctothella</i> sp. <i>Tharyx</i> sp. C <i>Noerella jedoensis</i> <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Magelona</i> sp. A <i>Apoprionospio dayi</i> <i>Chastoxone</i> sp. A	<i>Raeta pulchella</i> <i>Prionospio elitarai</i> <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Paralacydonia paradoxa</i> <i>Magelona</i> sp. B <i>Noerella jedoensis</i> <i>Mediomastus</i> sp. ? <i>Arctothella</i> sp.	<i>Magelona japonica</i> <i>Magelona</i> sp. B <i>Euchone limicola</i> <i>Ampelisca brevicornis</i> <i>Terebellides stroemi</i> <i>Prionospio elitarai</i> <i>Nephtys</i> sp. A <i>Aceta pulchella</i> <i>Capitellidae</i> gen. sp. <i>Paralacydonia paradoxa</i>	29.5 28.7 18.6 17.3 11.8 11.8 11.0 10.5 8.0 7.6

P : POLYCHAETA, M : MOLLUSCA, C : CRUSTACEA, E : ECHINODERMATA

Table 20. Number of species, numerical density and biomass at each survey station in Tango-kai carried in 1976.

St.	Species ²⁾					Individuals ³⁾					Biomass ⁴⁾				
	T	P	H	C	O	T	P	H	C	O	T	P	H	C	O
1	79	43	11	19	6	1,775	1,230	160	285	100	22.0	16.0	1.7	0.9	3.4
2	65	36	9	15	5	2,265	1,275	315	600	75	19.4	15.4	0.8	1.0	2.2
3	40	27	5	4	4	935	655	110	75	95	13.1	10.2	0.3	1.9	0.7
4	27	15	4	4	4	635	400	140	40	55	7.0	6.2	0.3	0.1	0.4
5	52	27	7	14	4	1,195	650	155	285	105	17.7	11.4	0.4	0.8	5.1
6	56	32	8	9	7	1,980	820	260	800	100	14.8	9.7	0.4	1.5	3.2
7	43	31	4	3	5	845	700	55	30	60	10.7	9.3	0.8	0.1	0.5
8	73	37	8	20	8	1,340	705	105	400	130	17.7	9.7	1.2	2.6	4.2
9	62	32	4	20	6	1,105	615	40	355	95	11.6	5.3	0.9	0.8	4.6
10	44	26	5	6	7	970	685	90	65	130	15.6	12.7	0.9	0.7	1.3
11	40	17	4	15	4	705	325	40	290	50	4.5	2.2	0.3	0.9	1.1
12 ¹⁾	55	32	5	14	4	1,188	800	87	254	47	11.9	10.5	0.1	0.2	1.1
13	41	28	6	3	4	845	660	80	30	75	10.7	8.7	1.1	0.1	0.8
14	68	42	11	9	6	1,180	770	210	130	70	11.8	7.2	3.2	0.4	1.0
15	72	44	6	15	7	1,380	895	65	335	85	22.4	13.3	0.7	1.6	6.8
16	23	17	2	1	3	445	375	35	10	25	8.3	3.3	0.1	+	4.9
17	32	24	4	2	2	590	495	45	20	30	5.9	4.5	0.6	0.7	0.1
18	75	41	8	17	9	1,590	920	180	315	175	19.9	9.2	2.2	1.3	7.2
19	82	42	8	26	6	1,890	1,160	120	500	110	14.4	11.9	1.2	1.0	0.3
20 ¹⁾	46	18	10	12	6	1,106	580	173	286	67	4.4	1.7	1.2	1.2	0.3
21	26	18	2	2	4	590	440	80	20	50	14.5	5.3	0.5	4.7	4.0
22	36	25	5	3	3	730	585	65	25	55	8.0	5.3	2.1	0.1	0.5
23 ¹⁾	48	25	6	12	5	820	490	90	130	110	4.5	3.2	0.5	0.4	0.4
24	17	11	2	1	3	440	365	25	10	40	15.8	10.4	0.2	2.5	2.7
25	22	16	3	1	2	420	345	35	10	30	15.2	13.4	0.8	0.6	0.4
26	17	12	2	1	2	295	250	20	5	20	2.5	2.4	0.1	+	+
27 ¹⁾	30	24	0	4	2	494	413	0	54	27	1.7	1.4	0	0.2	0.1
28 ¹⁾	43	23	9	6	5	1,080	693	140	180	67	5.5	4.5	0.5	0.3	0.2
29 ¹⁾	43	29	5	3	6	720	540	60	40	80	18.7	9.2	0.2	0.1	9.2

Table 21. Number of species, numerical density and biomass at each survey station in Tango-kai carried in 1978.

ST.	SPECIES (/0.1m ²)					DENSITY (/m ²)					BIOMASS (g/m ²)				
	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O
A	24	17	2	2	3	350	200	70	20	60	7.5	2.3	2.0	2.9	0.3
B	26	17	1	3	5	470	320	10	30	110	3.2	2.3	0.1	0.5	0.3
C	58	38	2	12	6	1,240	930	40	160	110	7.0	4.3	0.2	2.1	0.4
D	55	34	2	10	9	1,070	810	30	130	100	4.3	2.6	0.2	1.0	0.5
E	75	55	7	5	8	1,630	1,160	170	90	210	4.3	3.6	0.2	0.3	0.2
F	50	36	1	4	9	1,040	790	10	60	180	12.9	11.9	+	0.2	0.8
G	52	26	3	12	11	920	520	30	230	140	20.0	5.6	1.1	1.2	12.1
H	94	59	3	24	8	1,590	1,080	30	350	130	17.5	14.8	0.6	1.4	0.7
I	64	50	2	7	5	1,230	920	20	190	100	16.6	13.7	1.6	0.5	0.8
J	81	60	4	11	6	1,610	1,170	40	220	180	38.2	19.8	4.0	1.1	13.3
K	56	36	1	14	5	1,770	1,490	10	220	50	6.9	5.0	+	1.5	0.4
L	62	34	5	17	6	1,500	990	70	340	100	17.9	13.1	0.9	3.5	0.4
M	65	43	4	15	3	1,590	1,120	60	360	50	5.0	4.3	0.2	0.4	0.1
N	77	51	1	18	7	1,780	940	30	680	150	18.8	15.6	1.6	1.0	0.6
O	42	22	5	12	3	1,210	420	120	640	30	3.7	2.2	0.2	1.1	0.2
P	89	54	7	18	10	2,330	1,070	110	460	690	23.8	15.4	3.3	1.5	3.6
Q	47	25	4	12	6	2,770	940	170	1,500	160	9.4	6.6	0.3	1.6	0.9
R	77	38	3	25	11	2,350	1,200	60	830	260	28.2	22.4	0.5	0.7	4.6
S	104	68	7	18	11	3,180	2,420	140	360	260	59.1	32.4	6.9	7.6	12.2
T	105	57	7	29	12	2,600	1,670	80	660	190	51.9	28.3	9.5	8.0	6.3
U	115	62	3	32	19	3,430	2,000	30	860	540	68.8	42.4	8.4	10.7	7.3
V	136	69	4	48	15	4,080	2,220	30	1,560	270	71.3	52.4	0.9	9.2	8.8
1	49	27	4	12	6	7,330	1,430	610	5,140	150	82.0	33.3	38.3	8.3	2.1
2	57	35	6	7	9	2,920	2,270	170	250	220	15.7	8.4	1.4	0.2	5.7
3	43	24	5	6	9	1,410	970	80	120	240	19.1	5.7	0.7	0.8	11.9
4	28	20	3	1	4	570	470	30	20	50	25.6	15.8	8.7	0.1	1.0
5	25	18	3	2	2	680	590	40	20	30	6.4	5.7	0.2	0.1	0.4
6	35	27	1	2	5	710	610	10	20	70	8.3	8.0	+	+	0.3
7	19	13	2	1	3	540	440	20	30	50	1.9	1.4	0.1	0.1	0.3
8	74	45	13	6	10	1,140	760	150	130	100	40.7	9.2	8.0	0.7	22.8
9	72	52	2	13	5	1,780	1,540	20	160	60	18.1	15.8	+	0.9	1.4
10	85	50	10	19	6	2,010	1,440	130	350	90	24.4	18.8	0.4	4.5	0.7
11	61	41	2	15	3	1,620	1,120	90	370	40	4.4	3.7	+	0.6	0.1
12	72	45	10	12	5	2,470	1,190	510	690	80	6.4	4.5	0.8	0.9	0.2
13	59	30	6	18	5	3,600	1,180	1,060	1,280	80	21.3	18.0	1.0	2.2	0.1

T : TOTAL, P : POLYCHAETA, M : MOLLUSCA, C : CRUSTACEA, O : OTHERS

Table 22. Numerical distribution of various crustacean taxonomical groups at each station in 1976. Figure shows the number of individuals per m².

St.	Depth (m)	Hdd	Crustacean individuals per square meter						
			Total	Decapoda	Amphipoda	Cumacea	Ostracoda	Tanaidacea	Isopoda Others
24	47	3.96	10	10					
25	57	4.64	10	5	5				
26	62	3.80	5		5				
21	60	4.17	20	15	5				
16	60	4.47	10	10					
27	70	3.82	54	7	47				
22	70	3.07	25	5	15				5
17	66	4.76	20		15				5
13	63	3.25	30		15	5	5	5	
28	70	3.25	180		133	40	7		
23	76	2.62	130	10	100	10	10		
18	71	2.04	315	45	180	50	30		5
14	70	2.31	130		70	30		20	10
10	70	2.61	65	15	20	15	10		5
7	78	3.30	30		10	5	15		
3	80	2.17	75	10	45	10	10		
29	75	1.56	40	7	26				7
19	75	2.67	500	30	250	110	60	30	20
15	75	1.91	335	15	159	25	5	5	10
11	75	1.66	290	15	175	25	35		40
8	70	4.52	400	35	290	40	25	5	5
4	97	3.76	40		25	10	5		
1	95	2.34	285	20	150	90	15	5	5
20	82	2.15	286	7	140	113	13	13	
9	68	1.39	355	10	245	40	40		20
5	98	3.62	285	15	95	90	70		15
2	115	3.46	600	35	205	185	175		
12	96	3.61	254	7	127	60	47		13
6	110	3.80	800	30	150	440	180		

Table 23. Environmental condition, number of species, numerical density, biomass and some dominant polychaete species at each subarea in Tango-kai in 1976.

AREA	A	B	C	D
NUMBER OF STATION	5	14	2	8
DEPTH RANGE (m)	47 - 62	63 - 95	68 - 75	70 - 115
HW RANGE OF SEDIMENT	3.80 - 4.64	1.56 - 4.76	1.39 - 1.66	2.17 - 3.82
MEAN NUMBER OF SPECIES (/0.1m ²)	21.0 ± 4.9 (17 - 26)	55.9 ± 10.3 (32 - 82)	51.0 (40 - 62)	46.0 ± 11.1 (27 - 65)
NUMERICAL DENSITY (Indiv./m ²)	438.0 ± 130.0 (295 - 590)	1,126.2 ± 237.8 (590 - 1,880)	905.0 (705 - 1,105)	1,221.3 ± 513.8 (493 - 2,265)
BIOMASS (g/m ²)	11.3 ± 7.1 (2.5 - 15.8)	13.3 ± 3.6 (4.4 - 22.4)	8.1 (4.5 - 11.6)	11.4 ± 5.2 (1.7 - 19.4)
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMIC-AL ANIMAL GROUP (%)	P* 81.1 N 8.9 C 2.5 O 7.5	66.1 9.5 16.3 8.1	51.9 4.4 35.6 8.0	58.4 12.4 23.4 5.8
NUMERICAL COMPOSITION OF SOME DOMINANT POLYCHAETE SPECIES (%)	<i>Nagelona</i> sp. B <i>Notomatus lateralis</i> <i>Nagelona japonica</i> <i>Typhista</i> spp. <i>Prionospio stomatopori</i> <i>Pyxistella affinis</i> <i>Capitellidae</i> gen. sp. <i>Favosyllonia paradoxa</i> <i>Glycera chironi</i>	15.9 13.9 10.5 9.3 5.9 5.4 4.0 2.5 <i>Favosyllonia paradoxa</i> <i>Notomatus lateralis</i> sp. A <i>Chone filicaudata</i> <i>Notomatus</i> sp. <i>Arvicola neonebrica</i> n. <i>Notomatus lateralis</i> <i>Marphysa diadema</i> <i>Pyxistella labiata</i> <i>Nereis palmata</i> <i>Pyxistella affinis</i> <i>Nephtys</i> sp. A <i>Capitellidae</i> gen. sp.	7.2 6.7 5.1 4.1 3.9 3.8 3.4 3.3 3.0 3.0 2.9 2.7 <i>Lumbrineris japonica</i> <i>Lumbrineris nipponica</i> <i>Leonice cingata</i> <i>Chaetozona</i> sp. <i>Scoloplos</i> sp. B <i>Lyatys labiata</i> <i>Harmeria imbricata</i> <i>Tharyx</i> sp. C	18.6 8.0 4.8 4.3 4.3 2.7 2.7 <i>Nephtys</i> sp. A <i>Pharusa plumosa</i> <i>Lumbrineris</i> sp. A <i>Stenonereis acutata</i> <i>Prionospio stomatopori</i> <i>Prionospio</i> sp. B <i>Myriochela oculata</i> <i>Pyxistella affinis</i> <i>Notomatus lateralis</i> <i>Glycera</i> sp.

* P: POLYCHAETA, N: MOLLUSCA, G: CRUSTACEA, O: OTHERS

Table 24. Number of species, numerical density and biomass at each survey station off Etizen coast.

ST.	DEPTH (m)	SPECIES (/0.1m ²)						DENSITY (indiv./m ²)						BIOMASS (g/m ²)					
		T	P	M	C	O	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O			
9	20	20	8	1	6	5	580	350	10	110	110	3.9	2.1	0.9	0.2	0.7			
3	25	25	11	1	10	3	580	300	10	210	60	2.9	1.6	0.4	0.4	0.5			
10	40	25	11	3	5	6	490	180	30	80	200	2.9	0.9	0.1	0.1	1.8			
4	50	72	54	5	6	7	1,290	990	60	60	180	6.9	2.9	2.8	0.2	1.0			
11	60	31	20	2	5	4	790	540	50	100	100	16.7	2.8	1.0	2.3	10.6			
5	65	48	36	6	4	2	760	610	70	60	20	7.6	5.5	0.9	0.6	0.6			
12	80	53	36	4	8	5	1,380	1,150	40	140	50	25.6	11.9	3.9	1.8	8.0			
6	85	67	51	6	7	3	1,700	1,410	120	140	30	15.4	12.7	1.9	0.6	0.2			
13	100	63	47	5	7	4	1,650	1,350	90	150	60	11.9	10.2	0.5	1.0	0.2			
7	105	52	39	2	4	7	1,320	1,150	50	50	70	1.5	0.8	0.2	0.3	0.2			
14	120	50	37	1	5	7	810	650	10	50	100	8.8	8.4	+	0.2	0.2			

T: TOTAL, P: POLYCHAETA, M: MOLLUSCA, C: CRUSTACEA, O: OTHERS

Table 25. Numerical distribution of some dominant polychaete species at each survey station off Etizen coast. Figure shows the number of individuals per m².

SPECIES	ST. DEPTH		9	3	10	4	11	5	12	6	13	7	14
			20	25	40	50	60	65	80	85	100	105	120
<i>?Synelmis</i> sp.			20	100									
<i>Lumbrineriopsis</i> sp.			180	10			20						
<i>Spiophanes bombyx</i>			120	20		60	170		10				
<i>Glycera decipiens</i>			30	80		20	10						
<i>Aglaophamus</i> sp.			20	50			30						
<i>Goniada</i> sp.					20				10	40	20	30	10
<i>Chone filicaudata</i>						30			120	190	40	240	20
<i>Paralacydonia paradoxa</i>								20	100	80	130	80	40
<i>Prionospio fallax</i>									120	30	60	10	
<i>Magelona</i> sp. B									60	110	50	40	
<i>Aricidea neosuecica</i> n.										40	20	30	
<i>Ninoe palmata</i>									60	60	70	20	10
<i>Prionospio steenstrupi</i>									50	50	150	170	40
<i>Marphysa disjuncta</i>									20	20	10	10	10
<i>Notomastus latericeus</i>										10	10	10	10
<i>Notomastus</i> sp.										10	10		10
<i>Nephtys</i> sp. A									60	50	90	50	50

Table 26. Seasonal changes of numerical density(a) and biomass(b) of some taxonomical animal groups at each depth zone off the mouth of Yura River in Tango-kai.

a Numerical Density

DEPTH ZONE	SPR.'73	SUM.'73	AUT.'73	WIN.'74	SPR.'74
T	264	2,462	500	988	596
P	180	442	50	208	344
M	12	1,342	396	612	86
C	48	52	48	92	152
O	24	626	6	76	14
T	326	3,612	2,542	632	624
P	194	778	210	176	294
M	16	1,558	2,210	384	100
C	92	504	82	28	190
O	24	772	40	44	40
T	1,376	4,532	2,348	1,364	3,600
P	994	2,072	440	224	1,234
M	84	976	1,726	1,000	1,846
C	150	1,250	66	56	226
O	148	234	116	84	274
T	1,812	2,178	568	716	1,338
P	1,208	1,224	334	324	688
M	436	588	74	164	316
C	60	218	46	112	168
O	108	148	114	116	166
T	1,192	1,182	472	272	562
P	932	786	316	140	296
M	88	164	32	28	130
C	52	138	28	4	44
O	120	94	96	100	92
T	1,350	846	292	248	348
P	1,098	638	134	108	202
M	50	48	16	36	52
C	100	86	32	8	44
O	102	74	110	96	50
T	820	534	382	412	654
P	626	450	294	304	442
M	22	16	40	64	58
C	60	20	30	24	102
O	112	48	18	20	52
T : TOTAL,	P : POLYCHAETA,	M : MOLLUSCA,	C : CRUSTACEA,		

b Biomass

DEPTH ZONE	SPR.'73	SUM.'73	AUT.'73	WIN.'74	SPR.'74
T	1.7	6.6	2.5	3.4	5.6
P	1.1	1.3	1.0	1.1	3.5
M	0.2	4.6	1.0	1.8	0.4
C	0.1	0.1	0.4	0.3	0.6
O	0.3	0.6	0.1	0.2	1.1
T	3.6	12.0	5.8	3.4	3.7
P	0.9	2.0	1.9	1.1	2.7
M	+	4.6	3.6	1.8	0.3
C	0.3	0.8	0.2	0.3	0.4
O	2.4	4.6	0.1	0.2	0.3
T	11.1	16.3	8.0	6.4	10.8
P	2.3	4.6	2.2	0.6	3.7
M	7.4	9.8	4.8	2.3	5.4
C	0.6	1.4	0.2	0.2	0.8
O	0.8	0.5	0.8	3.2	0.9
T	18.3	14.7	3.8	3.7	8.6
P	7.5	4.5	1.4	0.7	1.6
M	9.0	9.4	1.4	1.4	6.0
G	0.5	0.3	0.5	0.9	0.5
O	1.3	0.5	0.5	0.7	0.5
T	6.8	6.3	2.5	1.8	3.8
P	4.0	4.6	1.5	0.5	0.7
M	1.2	0.8	0.5	0.5	2.5
C	0.4	0.1	0.3	+	0.2
O	1.2	0.8	0.4	0.8	0.4
T	9.5	13.3	2.2	1.8	2.1
P	7.6	12.6	0.4	0.6	0.8
M	0.6	0.2	0.2	0.1	0.4
C	0.6	0.1	0.2	+	0.3
O	0.7	0.4	1.4	1.1	0.6
T	4.6	2.9	1.1	1.7	2.4
P	2.7	2.6	0.9	1.0	1.8
M	0.5	0.1	0.1	0.3	0.2
C	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3
O	1.1	0.1	+	0.3	0.1
O : OTHERS					

Table 27. Dominant species numerically at 7 depth zones off the mouth of Yura River in each season. Figure shows the number of individuals per m².

DEPTH (m)	MONTH						
	APR., '73	AUG., '73	NOV., '73	JAN., '74	APR., '74		
3	A 106	F 1,072	F 340	F 516	A 240	A	<i>Roridina</i> sp. A
	B 26	G 570	K 20	H 48	F 56	B	<i>Glyptotendipes</i> sp. A
	C 20	H 98	N 12	B 44	O 40	C	<i>Apoptomonas</i> sp. A
	D 12	I 78	J 8	H 36	L 18	D	<i>Synchlora</i> sp. A
	E 10	J 64	L 8	O 32	E 16	E	<i>Leptocryptus</i> sp. A
5	A 144	F 1,226	F 2,162	F 288	D 70	F	<i>Exochus</i> sp. A
	C 22	G 676	L 62	N 44	F 62	G	<i>Callitula pilulifera</i>
	P 12	Q 446	S 32	R 36	A 42	H	<i>Pseudopolydora pumilio</i>
	B 12	D 196	T 30	B 36	C 40	I	<i>Eucosma</i> sp. A
	F 8	R 108	G 28	D 16	O 38	J	<i>Chiron kishinouyei</i>
10	D 290	Q 1,192	F 1,612	F 880	F 1,624	K	<i>Scoloplos</i> sp. A
	P 212	D 1,070	D 62	R 104	V 194	L	<i>Moerella jidocensis</i>
	U 94	F 552	R 48	H 28	H 128	M	<i>Tharyx</i> sp. C
	C 92	V 278	V 44	H 28	H 128	N	<i>Urothoe orientalis</i>
	A 82	H 172	W 40	S 20	U 120	O	<i>Magelona</i> sp. A
20	X 360	D 360	C 86	C 64	X 158	P	<i>Amphiteca brevicornis</i>
	D 192	A 162	D 72	G 64	Y 106	Q	<i>Chaetone</i> sp. A
	Y 164	H 150	E 34	X 52	U 84	R	<i>Roridina</i> sp. B
	Z 132	Q 140	Y 26	Y 52	D 72	S	<i>Glyptotendipes</i>
	V 116	B 114	F 26	A 48	C 54	T	<i>Spiophanes</i> sp. A
30	Y 180	Q 130	C 98	C 44	C 64	U	<i>Thaetella</i> sp.
	C 172	Y 126	D 64	E 28	H 52	V	<i>Parapionopsis</i> sp. A
	D 84	C 90	E 56	D 16	E 48	W	<i>Radia pulchella</i>
	W 76	E 78	F 22	K 12	X 40	X	<i>Pyrosoma</i> sp. A
	H 52	I 72	J 22	F 12	B 18	Y	<i>Glyptotendipes</i> sp.
40	Y 230	H 190	E 36	E 32	E 64	Z	<i>Thaetella</i> sp.
	H 126	Y 76	C 16	C 20	C 28	a	<i>Thaetella</i> sp.
	I 120	E 72	M 14	F 16	I 22	b	<i>Magelona</i> sp. B
	W 112	Q 72	F 14	D 16	D 16	c	<i>Parapionopsis</i> sp. A
	Q 90	C 62	Y 12	N 12	Q 16	d	<i>Magelona</i> sp. A
60	Y 154	O 80	M 72	C 60	I 50	e	<i>Stigmella</i> sp. A
	M 62	Y 60	C 32	Y 56	M 48	f	<i>Thaetella</i> sp. A
	O 50	E 46	P 28	M 52	Q 48	g	<i>Thaetella</i> sp. A
	C 38	C 40	E 22	P 36	C 44	h	<i>Thaetella</i> sp. A
	E 38	P 28	O 20	Q 12	Y 44	i	<i>Thaetella</i> sp. A

Table 28. Annual changes of number of species(a), numerical density(b) and biomass(c) of smaller macrobenthic animals at 4 depth zones off the mouth of Yura River in Tango-kai.

a) Species number (polychaetes only) (/0.1 m²)

year							
depth zone	'73*	'74*	'75*	'76*	'78	'79**	'80
10	16.9	22.5	17.8	-	24.5	-	-
20	23.7	20.4	-	-	36.5	28.0	26.0
30	22.1	11.2	24.8	-	23.5	13.5	12.0
60	21.7	19.5	13.7	-	22.0	16.0	10.5

b) Numerical density (/m²)

year							
depth zone	'73*	'74*	'75*	'76*	'78	'79**	'80
10	1,376	3,600	1,204	1,500	8,165	-	-
20	1,812	1,338	-	2,252	3,230	1,695	1,755
30	1,192	562	1,802	1,748	1,425	615	420
60	820	654	412	808	615	480	305

c) Biomass (g/m²)

year							
depth zone	'73*	'74*	'75*	'76*	'78	'79**	'80
10	6.5	10.7	3.6	4.2	61.7	-	-
20	18.4	8.4	-	10.6	18.2	21.5	22.5
30	6.8	3.9	5.9	9.9	12.7	17.9	12.1
60	4.5	2.4	1.6	15.2	9.9	2.7	4.1

* The small type gear used.

** Sample collected in summer.

Table 29. Dominant species numerically at 4 depth zones in each year. Figure shows the number of individuals per m².

YEAR DEPTH (m)	1973	1974	1975	1976	1978	1979	1980
10	A 290	J 194	E 200	A 60	J 450		
	B 212	K 162	C 136	J 40	O 270		
	C 94	C 120	K 96	M 24	A 250		
	D 82	B 96	A 76	C 16	N 110		
	E 56	A 68	P 36	N 16	C 85		
	F 34	E 66	F 24	B 8	K 80		
	G 32	L 64	Q 16		S 45		
	H 28	M 62	B 12		M 35		
	I 24	N 48	J 12		B 25		
20		O 48	N 12				
			R 12				
	A 192	T 106		T 636	T 890		
	T 164	C 84		J 136	J 610		
	U 132	M 72		A 68	X 135		
	J 116	W 48		W 56	Y 125		
	O 108	N 46		M 44	N 120		
	V 68	J 42		N 44	R 90		
	M 64	X 40		P 40	W 90		
	G 52	Y 32		a 20	P 75		
	W 44	Z 30		R 20	b 50		
	R 40	R 28		Y 16	M 50		
30							
	T 180	W 64	Y 496	T 224	Y 230	Y 90	Y 60
	W 172	g 52	T 288	P 172	T 160	T 75	W 50
	M 84	Y 48	L 62	W 100	W 110	W 50	T 20
	O 76	P 16	N 48	J 96	N 85	R 20	R 15
	g 52	M 16	M 48	M 88	J 60	l 20	L 15
	R 44	N 16	W 46	Y 72	X 55	L 20	n 10
	Y 36	R 12	R 32	g 60	j 25	N 20	o 10
	L 32	X 8	P 30	O 44	k 25	m 15	h 10
	h 28	J 8	O 30	N 40			
	J 28	O 8	h 26	i 36			
60							
	T 154	P 50	w 92	W 124	h 100	h 75	p 30
	h 62	h 48	W 52	a 108	p 55	W 45	v 25
	a 50	W 44	T 28	Y 68	W 45	a 30	T 20
	W 38	T 44	Y 28	M 40	a 30	M 25	W 20
	X 38	a 30	a 24	s 36	M 20	p 20	t 10
	Y 34	Y 28	v 20	T 24	Y 20	z 15	h 10
	P 32	t 20	x 16	v 24		X 15	
	q 20	p 16	r 8	z 16			
	P 16	u 10	P 8	α 16			
	r 14	v 10	O 8	R 16			
	s 14	s 10	y 8				
		q 10					

A *Apoprionospio dayi*
B *Magelona* sp. A
C *Spiophanes bombyx*
D *Neriniides* sp. A
E *Chaetozone* sp. A
F *Glycera* sp. A
G *Neriniides* sp. B
H *Prionospio* sp. A
I *Malacoceros* sp.
J *Axiotehella* sp.
K *Tharyx* sp. C
L *Prionospio fallax*
M *Paralacydonia paradoxa*
N *Mediomastus* sp.
O *Paraprionospio pinnata*
P *Euchone limicola*
Q *Chone* sp. B
R *Sigambra tentaculata*

S *Scoloplos* sp. A
T *Prionospio ehlersi*
U *Glycinde* sp.
V *Ditrupea* sp.
W *Magelona* sp. B
X *Lumbrineris* sp. A
Y *Magelona japonica*
Z *Polydora* sp.
a *Capitellidae* gen. sp.
b *Chaetozone spinosa*
c *Asychis gotoi* sp.
d *Polydora flava* o.
e *Paraonidae* gen. sp. A
f *Ancistrosyllis* sp.
g *Terebellides stroemi*
h *Nephtys* sp. A
i *Coniadiidae* gen. sp.
j *Glycera chirori*

k *Spiophanes kroyeri*
l *Minuspio* sp.
m *Poecilochaetus* sp.
n *Terebellidae* gen. sp.
o *Telepsavus costarum*
p *Prionospio steenstrupi*
q *Sternaspis scutata*
r *Chaetozone* sp. B
s *Praxillella* sp.
t *Armandia lanceolata*
u *Tharyx* sp. D
v *Notomastus latericeus*
w *Capitella capitata*
x *Travisia japonica*
y *Spiophanes cirrata*
z *Glycera* sp. B
α *Paraonidae* gen. sp.

Table 30. Depth and sediment characteristics at each survey station off Wakasa Bay area.

St.	Depth (m)	Mde	Particle size distribution of sediment in weight percent							Ignirion Loss	Sampling Date
			<1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8< (g/100gdrymud)		
1	120	3.90	0.489	1.310	12.794	39.749	22.087	11.040	12.532	8.13	'75.7.18
2	80	4.00	0.508	1.641	15.840	33.096	21.454	13.051	14.409	6.10	"
3	125	2.30	25.236	11.823	43.154	6.311	2.723	2.953	7.801	5.46	'75.8.27
4	120	2.54	11.205	12.443	48.646	11.132	3.861	4.785	7.929	8.80	'75.8.28
5	240	6.91	0.316	0.938	3.237	10.323	26.264	29.514	29.410	12.39	"
6	280	7.18	0.508	1.320	3.433	5.506	21.702	29.883	37.647	13.48	"
7	330	7.70	0.392	0.860	1.853	3.823	11.625	36.470	44.976	13.72	"
8	295	7.18	0.546	1.260	3.614	3.927	21.076	39.104	30.574	15.01	'75.8.27
9	257	6.53	0.326	0.799	2.329	12.817	26.220	29.985	27.523	11.60	"
10	160	1.25	42.740	19.291	7.119	8.187	5.625	6.158	10.881	7.56	"
11	300	7.04	0.061	0.653	2.347	8.687	21.613	32.166	34.473	12.99	"
12	350	7.53	0.819	1.534	3.077	5.090	11.739	35.870	41.876	13.41	'75.8.28
13	330	6.73	0.103	0.829	4.192	13.671	21.664	26.607	32.934	10.55	'75.9.25
14	204	4.61	0.494	1.291	9.839	28.159	24.700	15.801	19.718	11.01	'75.7.18
15	150	5.23	0.474	7.032	7.041	16.666	30.694	18.725	19.369	10.36	"
16	236	6.19	0.317	0.796	2.464	15.320	29.169	23.905	28.028	11.25	"
17	315	6.51	1.515	2.339	7.538	18.231	14.473	24.918	30.986	10.03	'75.9.25
18	410	6.27	0.567	2.888	34.907	2.964	6.120	21.455	31.100	7.21	'75.9.26
19	90	1.00	48.513	37.386	8.856	0.563	0.264	0.428	3.989	23.88	"
20	272	4.27	1.780	6.419	21.677	15.387	11.424	19.355	23.959	7.16	'75.9.25
21	240	7.56	0.349	0.632	1.181	3.788	15.406	36.616	42.027	12.45	"
22	110	1.75	19.562	40.690	5.888	11.070	8.532	6.187	8.072	4.47	"
23	75	1.89	8.447	47.374	22.430	5.008	3.556	5.591	7.594	6.86	"
24	190	4.97	0.858	1.492	12.551	22.692	23.182	18.183	20.542	8.39	'75.9.26
25	195	3.71	0.365	1.907	31.207	22.778	14.216	13.336	16.171	7.43	"
26	180	5.16	3.025	2.930	9.693	17.097	23.055	22.110	22.091	7.46	"
27	270	3.24	1.480	5.247	43.666	5.865	8.592	14.802	20.349	7.54	"

Table 31. Number of species, numerical density and biomass at each survey station off Wakasa Bay area.

ST.	SPECIES (/0.1m ²)					DENSITY (/m ²)					BIOMASS (g/m ²)				
	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O	T	P	M	C	O
1	46.5	27.0	7.0	8.0	4.5	2,415	800	700	840	75	24.8	13.8	0.7	1.6	7.7
2	56.3	36.3	8.0	5.7	6.0	1,886	1,263	283	93	247	17.9	13.2	2.3	0.5	1.9
3	67.5	39.5	5.5	14.5	8.0	1,490	935	100	345	110	27.6	19.4	0.8	0.9	6.5
4	69.5	31.0	11.0	18.5	9.0	1,590	680	240	545	125	43.1	9.3	1.8	1.3	30.7
5	22.0	14.0	2.5	3.0	2.5	380	255	60	40	25	10.8	8.7	0.3	0.3	1.5
6	20.6	9.7	4.3	4.3	2.3	307	147	50	67	43	8.8	3.5	0.1	0.3	4.9
7	14.3	10.3	1.0	1.3	1.7	250	197	23	13	17	17.3	11.4	0.2	0.1	5.6
8	16.9	11.3	3.0	1.3	1.3	303	207	50	33	13	13.9	4.5	1.8	0.4	7.2
9	27.7	14.3	5.7	4.0	3.7	546	307	93	53	93	35.4	25.3	0.6	0.1	9.3
10	21.0	12.0	4.0	0.5	4.5	410	150	185	5	70	9.1	4.6	1.5	+	3.0
11	23.0	13.0	3.0	4.0	3.0	590	200	90	270	30	24.9	8.5	0.8	2.8	12.8
12	17.0	11.3	3.0	1.0	1.7	281	207	47	10	17	10.1	6.2	1.2	+	2.7
13	25.0	14.0	0.0	6.0	5.0	710	160	0	70	480	57.2	9.8	0.0	0.2	47.2
14	14.7	8.7	2.3	1.7	2.0	487	373	47	20	47	23.8	3.6	2.7	0.1	17.4
15	26.0	18.7	2.3	1.3	3.7	570	433	57	23	57	16.2	10.7	0.6	0.1	4.8
16	25.0	12.7	7.3	1.3	3.7	490	270	103	17	100	20.6	14.1	1.4	0.1	5.0
17	27.0	10.0	4.0	7.0	6.0	630	150	50	170	260	95.7	2.1	0.1	0.3	93.2
18	15.5	9.5	1.0	2.0	3.0	230	135	10	30	55	21.5	5.7	3.9	2.0	9.9
19	42.6	23.3	3.3	10.0	6.0	1,310	720	40	477	73	13.4	1.4	1.4	1.8	8.3
20	27.2	13.3	3.3	7.3	3.3	563	193	73	177	120	51.0	5.9	0.3	0.7	44.1
21	18.4	13.0	2.7	0.7	2.0	390	240	120	7	23	19.8	14.6	1.7	+	3.5
22	62.7	34.0	5.7	15.0	8.0	1,140	577	103	323	137	16.0	11.5	0.8	1.6	2.1
23	60.0	35.3	5.7	9.7	9.3	1,006	623	73	163	147	35.6	11.4	2.0	1.3	20.9
24	14.4	7.7	2.7	1.0	2.7	400	190	47	13	150	43.0	12.2	6.7	0.1	24.0
25	18.0	10.7	2.3	2.0	3.0	519	283	33	23	180	66.1	7.6	5.7	0.9	51.9
26	11.3	6.7	2.0	0.3	2.3	193	80	40	10	63	46.1	3.8	1.4	+	40.9
27	18.1	10.7	2.0	2.7	2.7	297	180	27	47	43	3.6	2.5	0.2	0.3	0.6

T; Total, P; Polychaeta, M; Mollusca, C; Crustacea, O; Others

Table 32. Environmental condition, number of species, numerical density, biomass and some dominant species at each subarea off Wakasa Bay area.

AREA		A		B		C	
NO.OF STATION		8		6		4	
DEPTH RANGE (m)		75-150		236-300		240-350	
M&S RANGE		1.00-5.20		3.24-7.30		6.50-7.56	
MEAN NUMBER OF SPECIES (/0.1m ²)		53.9 (26.0-67.5)		22.7 (13.1-27.7)		16.7 (14.3-18.4)	
NUMERICAL DEN- SITY (/m ²)		1,425.9 (570-2,415)		435.0 (297-590)		306.0 (250-390)	
BIOMASS IN GRAM WET WEIGHT (/m ²)		24.3 (13.4-43.0)		17.3 (3.6-35.4)		15.2 (10.1-19.8)	
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMI- CAL ANIMAL GROUPS (%)	P	52.9		52.1		69.5	
	M	14.0		16.2		19.6	
	C	24.6		18.9		5.1	
	O	8.5		12.8		5.7	
NUMERICAL COM- POSITION OF DOMINANT SPE- CIES (%)	Bivalvia gen.sp.A	4.2	<i>Aglaophamus jeffreysii</i>	10.2	<i>Tharyx ovulosus</i>	9.2	
	<i>Nephtys</i> sp.A	3.9	<i>Byblis</i> sp.A	8.8	<i>Azinopsida subquadrata</i>	9.2	
	<i>Chone filicaudata</i>	3.8	<i>Lumbrineris</i> sp..B	6.0	<i>Nephtys</i> sp.B	8.2	
	Amphipoda gen.sp.A	3.8	<i>Amphiodia craterodomata</i>	4.5	<i>Tharyx</i> sp.B	4.4	
	<i>Prionospio steenstrupi</i>	2.9	<i>Azinopsida subquadrata</i>	3.1	<i>Chaetodermatida</i> gen.sp.A	3.8	
	Amphipoda gen.sp.B	2.5	Amphipoda gen.sp.C	2.9	<i>Praxillella gracilis</i>	3.5	
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	2.3	<i>Nothria</i> sp.	2.6	<i>Chaetodermatida</i> gen.sp.B	3.3	
	Cumacea gen.sp.A	2.1	<i>Striodentalium rhabdotum</i>	2.3	<i>Cossura</i> sp.	3.3	
	<i>Azinopsida subquadrata</i>	1.8	<i>Chaetodermatida</i> gen.sp.A	2.2	<i>Lumbrineris abyssalis</i>	3.0	
	<i>Urothoe</i> sp.A	1.7	<i>Goniada maculata</i>	2.1	<i>Sternaspis scutata</i>	2.8	

AREA		D		E		F	
NO.OF STATION		6		1		2	
DEPTH RANGE (m)		180-410		160		315-350	
M&S RANGE		3.74-6.24		1.37		6.47-6.72	
MEAN NUMBER OF SPECIES (/0.1m ²)		16.8 (11.3-27.2)		21.0		26.0 (25.0-27.0)	
NUMERICAL DEN- SITY (/m ²)		398.7 (193-563)		410.0		670.0 (630-710)	
BIOMASS IN GRAM WET WEIGHT (/m ²)		41.9 (21.4-66.1)		9.0		76.3 (57.2-95.7)	
NUMERICAL COMPOSITION OF TAXONOMI- CAL ANIMAL GROUP (%)	P	52.4		36.6		23.1	
	M	10.5		45.1		3.7	
	C	11.4		1.2		17.9	
	O	25.7		12.1		55.2	
NUMERICAL COM- POSITION OF DOMINANT SPE- CIES (%)	<i>Lumbrineris</i> sp.B	17.8	<i>Striodentalium rhabdotum</i>	18.3	<i>Ophtura kinbergi</i>	47.0	
	<i>Ophtura scarsi</i> v.	13.7	Scaphopoda gen.sp.	14.6	Amphipoda gen.sp.C	4.5	
	<i>Amphipus anisotrochus</i>	5.3	<i>Maldane cristata</i>	9.8	Unidentified sp.A	3.7	
	<i>Ophtura</i> sp.	3.3	Bivalvia gen.sp.B	6.9	Sipunculoides gen. sp.	3.0	
	<i>Striodentalium rhabdotum</i>	3.0	Unidentified sp.B	4.9	<i>Byblis</i> sp.A	3.0	
	<i>Byblis</i> sp.A	2.9	<i>Glycera capitata</i>	3.7	<i>Apseudas</i> sp.	3.0	
	<i>Maldane cristata</i>	2.9	Syllidae gen.sp.	3.7	<i>Lumbrineris</i> sp.C	2.2	
	<i>Aglaophamus jeffreysii</i>	2.9	Unidentified sp.C	3.7			
	<i>Glycera capitata</i>	2.5					

P : POLYCHAETA, M : MOLLUSCA, C : CRUSTACEA, O : OTHERS

Table 33. Quantitative comparison of smaller macrobenthic animals among various areas around Wakasa Bay.

REGION	DEPTH (m)	SPECIES (/0.1m ²)	INDIVIDUAL (/ m ²)	BIOMASS (gram wet weight/ m ²)
Continental slope	> 150	19.5 ± 1.8	419.0 ± 45.8	28.2 ± 8.0
Shelf edge	90 - 120	46.0 ± 11.1	1,221.3 ± 513.8	11.4 ± 5.2
Outer shelf	70 - 90	55.9 ± 10.3	1,126.2 ± 237.8	13.3 ± 3.6
Inner shelf	20 - 70	21.0 ± 4.9	438.0 ± 130.0	11.3 ± 3.6
Nearshore sand bottom	< 20	34.9 ± 1.6	3,086.5 ± 321.2	7.3 ± 5.2
Inner Bay				
Turuga Bay (sandy bottom)	4 - 37	57.9 ± 11.1	4,087.7 ± 798.7	24.3 ± 10.4
Turuga Bay (mud bottom)	15 - 43	31.9 ± 4.3	1,249.4 ± 344.2	7.6 ± 3.5
Maizuru Bay	5 - 28	10.8 ± 1.3	312.0 ± 88.1	10.9 ± 2.7
Obama Bay (sandy bottom)	3 - 37	39.7 ± 6.7	5,874.5 ± 2,852.1	35.4 ± 21.2
Obama Bay (mud bottom)	4 - 26	27.3 ± 2.8	1,036.3 ± 173.4	36.6 ± 17.2

Table 34. Quantitative comparison of macrobenthic animals among various areas surveyed by other authors.

a) Inner Bay

LOCALITY	SAMPLING MONTH(S)	SAMPLING GEAR	DENSITY (/ m ²)	BIOMASS (gram wet weight/m ²)	AUTHOR(S)
Mutsu Bay	Whole year	E-B	330.0	175.1	YAMAMOTO(1950)
Matsushima Bay	Mar.	E	3,012.5		KITAMORI & KANNO(1967)
Moroiso-Aburatsubo B.	Nov.-Dec.	E-B	1,175.0	27.9	HORIKOSHI(1955)
Ise Bay	Apr.-Oct.	E	1,020.8-1,361.5	31.5-55.3	KITAMORI et al.(1970)
Osaka Bay	Aug.	E	209*	67.6*	MIYADI(1940b)
Kii Strait	Jun.	S-M	915	13.7***	TAMAI & NAGATA(1977)
Seto In-land Sea Hiuchinada	Jun.	S-M	557.9	25.6	KIKUCHI(1969)
Mukaifjima	May	E	1,782.0	10.4	KIKUCHI & MUKAI(1969)
Nanao Bay	May	E-L	899.7*	102.6*	MIYADI & MASUI(1942)
Naka-umi	Whole year	E-B	—	15.6-148.8	KIKUCHI(1964)

b) Continental shelf to abyssal plain

LOCALITY	DEPTH RANGE	SAMPLING GEAR	DENSITY (/ m ²)	BIOMASS (gram/ m ²)	AUTHOR(S)
Shelf North-West Atlantic	30-120	AD	10,507**	4.5**	ROWE et al.(1974)
Mexico Bay East side	12-200	AD	2,490**	0.8**	
West side	16-90	AD	5,625**	1.9**	
Bank top Sagami Bay	465-540	S-M	720-3,880****	21.5-37.0****	HORIKOSHI(1970)
Continental slope North-West Atlantic	550-2,080	AD	3,325**	5.9**	ROWE et al.(1974)
East side	500-2,035	AD	610**	0.15**	
Mexico Bay West side	600	AD	502**	0.6**	
Gayhead-Bermuda	200-2,086	M-AD	1,500-23,000**	—	SANDERS et al.(1965)
Sagami Bay	610-1,070	S-M	220-1,790****	4.9-44.0****	HORIKOSHI(1970)
Abyssal rise North-West Atlantic	2,425-3,923	AD	789**	0.7**	ROWE et al.(1974)
Gayhead-Bermuda	2,500-3,742	M-AD	500-1,200**	—	SANDERS et al.(1965)
Abyssal plain North-West Atlantic	4,900-4,950	AD	175**	0.2**	ROWE et al.(1974)
East side	3,440-3,445	AD	19**	0.03**	
Mexico Bay West side	3,740-3,770	AD	112**	0.03**	
Gayhead-Bermuda	4,436-5,000	M-AD	31-270**	—	SANDERS et al.(1965)

E-B: Ekman-Birge
E: Ekman
S-M: Smith-McIntyre
E-L: Ekman-Lenz
AD: Anchore Dredge
M-AD: Modified Anchore Dredge

* 0.5 mm mesh screen used.
** 0.42 mm mesh screen used. Others were sieved with 1.0 mm mesh screen.
*** Specimens with more than 0.5 gram wet weight were excluded.
**** Specimens with more than 1 gram wet weight were excluded.

Table 35 Correlation coefficients between some variables of sediment and number of species per 0.1 square meter (a), numerical density (b) and biomass (c) of smaller macrobenthic animals.

a) SPECIES

LOCALITY	coarse sand & medium sand	fine sand & very fine sand	silt & clay	silt	clay	IL
'74 Maizuru Bay	0.139	0.425	-0.262	-0.237	-0.106	-0.193
'75 Off Wakasa Bay	0.556*	0.290	-0.646*	-0.606*	-0.638*	-0.213
'76 Turuga Bay	0.174	0.400	-0.589*	-0.592*	-0.514*	0.154
'76 Tango-kai	0.332	0.049	-0.526	-0.582*	-0.257	-0.014
'77 Obama Bay	0.183	0.433	-0.501	-0.459	-0.562	-0.257
'78 Tango-kai	0.484	0.218	-0.672*	-0.694*	-0.420	0.232
'78 Off Etizen C.	-0.226	0.442	-0.247	-0.240	-0.267	-0.042
'80 Tango-kai	0.207	0.853*	-0.838*	-0.844*	-0.327	-0.376
whole						

b) DENSITY

LOCALITY	coarse sand	fine sand	silt & clay	silt	clay	IL
'74 Maizuru Bay	-0.099	0.329	-0.005	0.048	-0.134	0.113
'75 Off Wakasa Bay	0.444*	0.338	-0.587*	-0.489*	-0.642*	-0.117
'76 Turuga Bay	0.243	0.470	-0.737*	-0.728*	-0.677*	-0.066
'76 Tango-kai	0.199	0.210	-0.463	-0.517	-0.190	0.193
'77 Obama Bay	0.252	0.680*	-0.662*	-0.664*	-0.502	-0.588*
'78 Tango-kai	0.182	0.475	-0.582*	-0.589*	-0.420	0.075
'78 Off Etizen C.	-0.384	0.640	-0.264	-0.171	-0.338	-0.040
'80 Tango-kai	0.087	0.876*	-0.796	-0.830*	-0.115	-0.347
whole						

c) BIOMASS

LOCALITY	coarse sand	fine sand	silt & clay	silt	clay	IL
'74 Maizuru Bay	-0.295	0.459	0.144	0.154	0.002	-0.123
'75 Off Wakasa Bay	-0.036	0.120	-0.047	0.008	-0.136	-0.135
'76 Turuga Bay	0.296	0.145	-0.469	-0.456	-0.491*	0.076
'76 Tango-kai	0.075	0.022	-0.128	-0.082	-0.241	0.034
'77 Obama Bay	-0.235	0.059	0.091	0.067	0.185	-0.526*
'78 Tango-kai	0.406	0.104	-0.456	-0.443	-0.423	0.148
'78 Off Etizen C.	-0.493	0.115	0.653	0.740*	0.525	0.612
'80 Tango-kai	0.056	0.627	-0.566	-0.592	-0.057	-0.273
whole						

* : $P < 0.001$

Table 36. Occurrence patterns of some dominant polychaete species along line A in Tango-kai in 1978.

SPECIES	ST. DEPTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		10	20	30	40	50	55	60	67	80	90	100	110	120
<i>Magelona</i> sp. A		+	+											
<i>Apoprionospio dayi</i>		+	+											
<i>Ariothella</i> sp.		+	+	+										
<i>Glycera alba</i>		+	+		+									
<i>G. chirori</i>			+	+	+					+				
<i>Paraprionospio pinnata</i>		+	+								+	+		
<i>Spiophanes bombyx</i>		+	+							+	+		+	+
<i>Magelona japonica</i>		+	+	+	+	+	+	+				+		
<i>Paralacydonia paradoxa</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Sigambra tentaculata</i>		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Spiophanes kroyeri</i>			+	+	+		+	+						+
<i>Prionospio ehlersi</i>			+	+	+	+	+	+	+	+		+		
<i>Magelona</i> sp. B			+		+	+	+	+		+	+			
<i>Lumbrineris</i> sp. A			+	+	+		+	+		+	+	+	+	
<i>Mediomastus</i> sp.		+	+		+	+	+	+			+			
<i>Terebellides stroemi</i>			+	+		+	+	+		+	+		+	
<i>Chaetozone</i> sp.			+	+		+	+	+		+	+	+	+	
<i>Sternaspis scutata</i>				+	+	+	+				+	+	+	+
Capitellidae gen. sp.				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Nephtys</i> sp. A					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Notomastus</i> sp.		+			+		+	+	+	+	+	+		+
<i>Prionospio fallax</i>					+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Notomastus latericeus</i>							+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prionospio steenstrupi</i>							+	+	+	+	+	+	+	
<i>Lysippe labiata</i>								+	+	+	+	+	+	
<i>Melinna elisabethae</i>								+		+				
<i>Aricidea neosuecica</i> n.			+					+	+	+	+	+	+	
<i>Scoloplos</i> sp.								+	+	+				+
<i>Chaetozone spinosa</i>									+	+				
<i>Marphysa disjuncta</i>									+	+			+	
<i>Ninoe japonica</i>		+							+	+	+	+	+	+
<i>Clymenura</i> sp.									+		+		+	+
<i>Spiophanes cirrata</i>									+		+		+	+
<i>Chone filicaudata</i>									+	+	+	+	+	+
<i>Ninoe palmata</i>				+						+	+			
<i>Maldane cristata</i>										+	+		+	
<i>Laonice cirrata</i>										+			+	+
<i>Phylo fimbriatus</i>					+					+		+	+	+

Table 37. Mean saturation rate of number of species in various areas around Wakasa Bay.

LOCALITY	NO. OF SAMPLES	SATURATION RATE OF SPECIES NUMBER	STANDARD DAVIATION
Turuga Bay (1976)			
Area A	21	39.660	10.016
B	2	52.694	5.045
Obama Bay (1977)			
Area C	8	55.189	19.732
D	4	70.975	20.427
E	8	60.939	17.640
F	2	37.774	15.762
H	5	31.005	7.517
Maizuru Bay (1974)			
Area A	6	48.525	11.541
B	15	29.685	10.143
C	12	30.065	13.961
D	12	25.612	4.549
Tango-kai (1976 and 1978)			
Area A	22	48.473	12.148
B	28	59.343	18.913
D	18	40.390	19.552
Off Etizen Coast (1978)			
	9	42.930	6.392
Off Wakasa Bay (1975)			
Area A	16	47.354	13.905
B	15	28.877	9.187
C	11	21.505	4.998
D	17	17.098	5.536
E	2	17.136	2.457
F	2	29.578	2.023

Table 38. Comparison of family composition of different polychaete assemblages found in various areas around Wakasa Bay. Rarely occurring families are omitted here. Figure shows the percentage of individuals to the total polychaete individuals collected in each locality.

AREA	OFF YURA R.1)		TANGO-KAI				OFF WAKASA BAY2)		
			D	B	A	C			
DEPTH	<20m	20-60m	<70m	70-90m	>90m	>70m	150-200m	>300m	>300m
SYLLIDAE(?)				3.3	1.4	5.9	1.0		
GLYCERIDAE(?)	1.4	1.0	4.3	2.3	0.5	5.9	6.5	0.8	
GONIADIDAE(?)	1.2	2.6	2.3	3.4	4.2	0.5	3.3	4.2	1.1
LACYDONIIDAE(B)	0.9	6.1	2.6	7.7	0.4		0.7		
NEPHTYIDAE(B)	1.9	5.0	2.6	4.5	18.6	1.6	3.9	19.1	18.1
ONUPHIDAE(S)	0.2	0.1	2.0	1.7	2.2	2.1	0.7	6.9	5.1
EUNICIDAE(S)				4.0	0.2	0.5			
LUNBRINERIDAE(B)	1.5	3.6	1.7	13.6	8.4	31.4	44.6	18.1	9.0
ORBINIIDAE(B)	0.6	0.6	1.1	1.0	1.2	4.8	0.3	1.7	3.4
SPIONIDAE(S)	56.7	26.1	10.5	6.5	2.6	7.4	2.6	3.5	2.8
PARAONIDAE(B)	0.1	0.6	0.6	4.4	1.6	0.5	2.0	6.6	4.5
HAGELONIDAE(S)	6.6	19.7	27.6	1.9	2.5		0.3		
STERNASPIDAE(B)		2.0	1.7	0.4	4.0		0.7	0.8	2.3
FLABELLIGERIDAE(S)				2.1	6.3	2.1			1.1
OWENIIDAE(F or B)	<0.1	0.1		1.0	4.0	1.6		1.2	4.5
HALDANIDAE(B)	10.5	3.0	6.3	7.2	9.2	3.2	12.7	8.1	4.5
CIRRATULIDAE(S)	6.5	1.9	2.6	4.1	4.2	8.5	9.1	15.6	24.9
OPHELIIDAE(B)	2.7	0.2	9.7	0.5	0.4	0.5	0.3	1.0	
CAPITELLIDAE(B)	4.5	11.0	18.2	11.9	6.5	1.1	2.6		
AMPHARETIDAE(S)			0.6	5.1	2.6	8.5	0.7	3.9	9.6
TEREBELLIDAE(S)	0.3	0.7	1.7	1.6	0.5	3.2	1.6	2.5	0.6
TRICHOBRANCHIDAE(S)		11.0	0.9	1.0	0.2		1.0	1.2	1.7
SABELLIDAE(F)	0.7			7.4	5.7	5.3			0.6

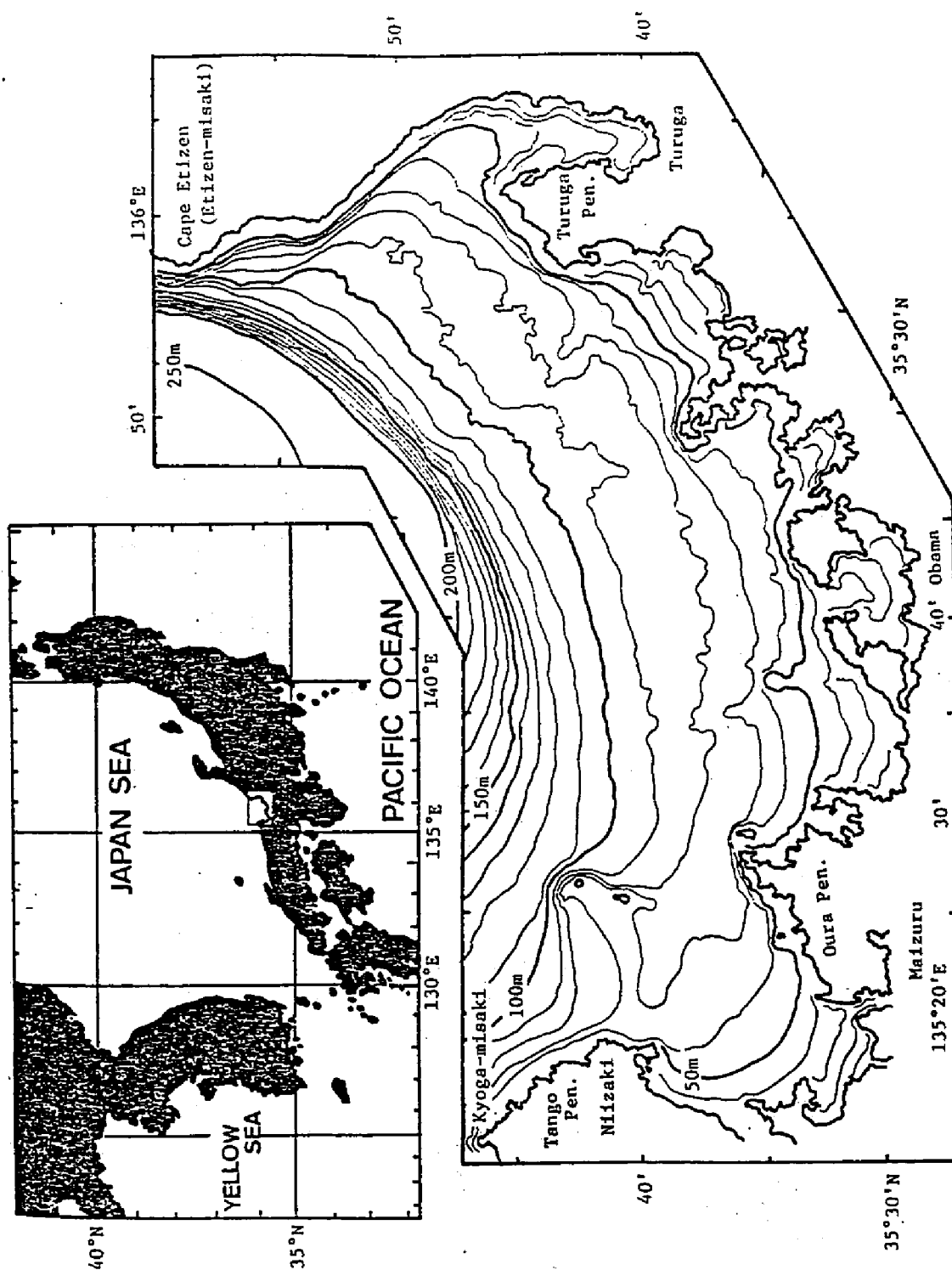


Fig. 1. Map of Wakasa Bay showing its depth contour in meters. Drawn from the MARITIME SAFETY AGENCY OF JAPAN (1980a, b).

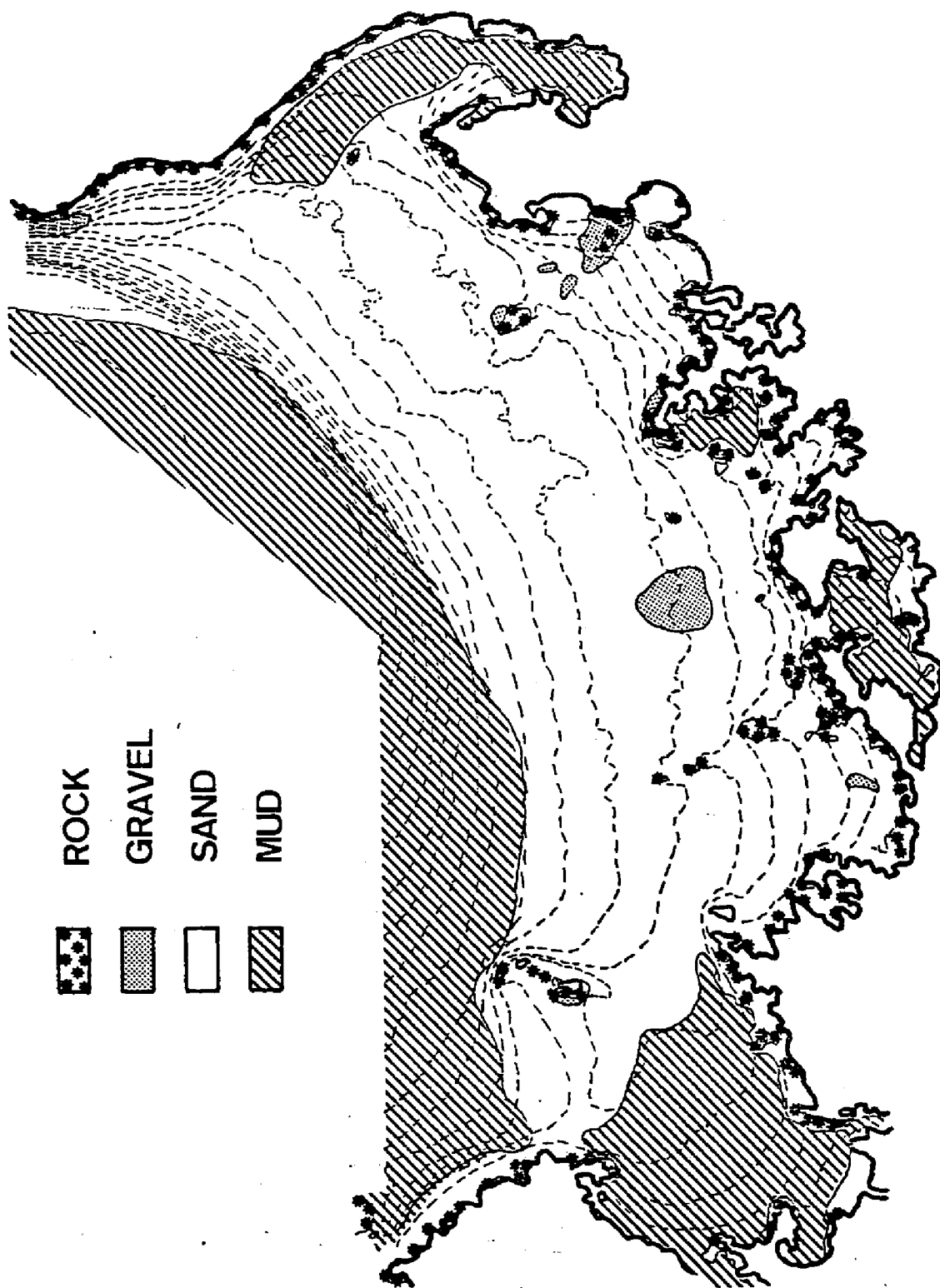


Fig. 2. Map of Wakasa Bay showing the distribution of various types of sediment.
 Drawn from the MARITIME SAFETY AGENCY OF JAPAN(1980a,b).

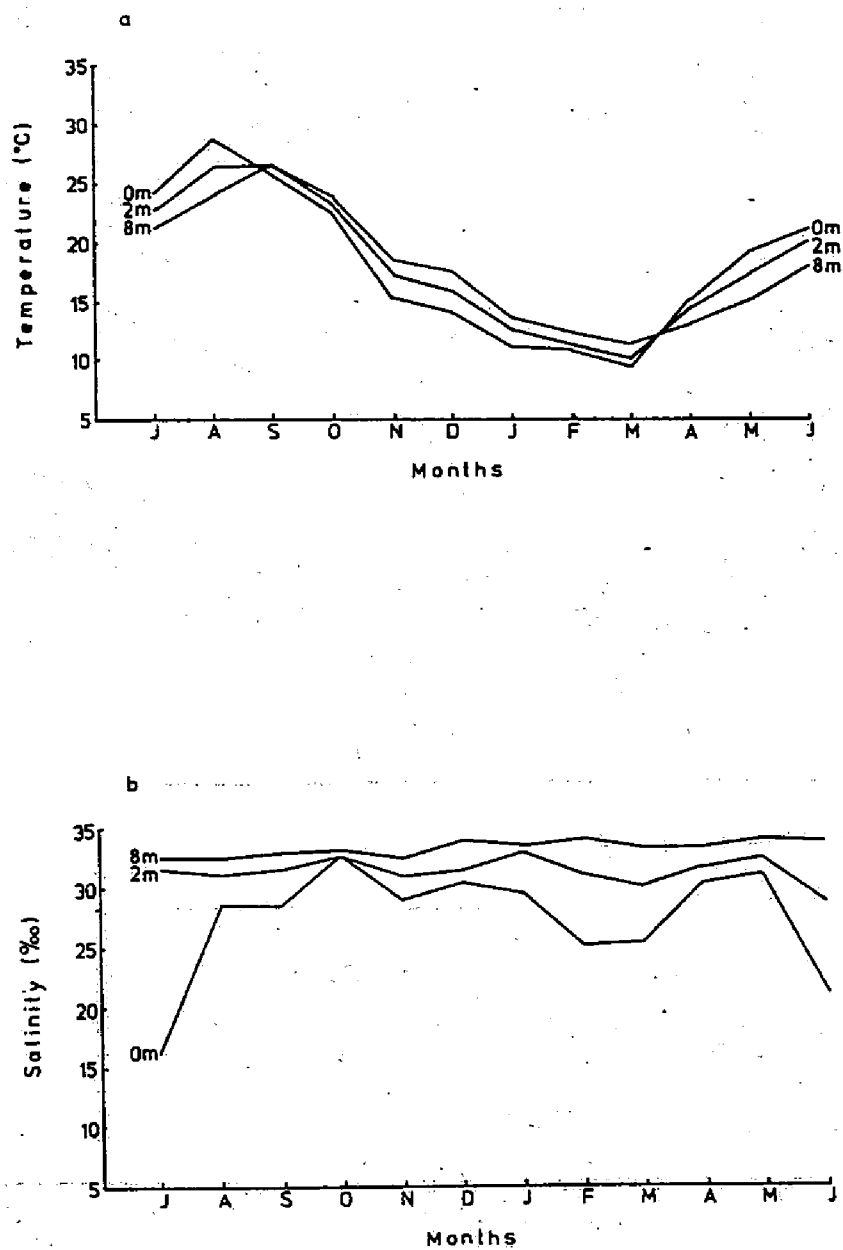


Fig. 3. Monthly changes of temperature(a) and salinity(b) of 3 depth layers at Maizuru Bay near off the Fisheries Research Station, Kyoto University(LABORATORY OF FISHERIES PHYSICS OF KYOTO UNIVERSITY, 1966).

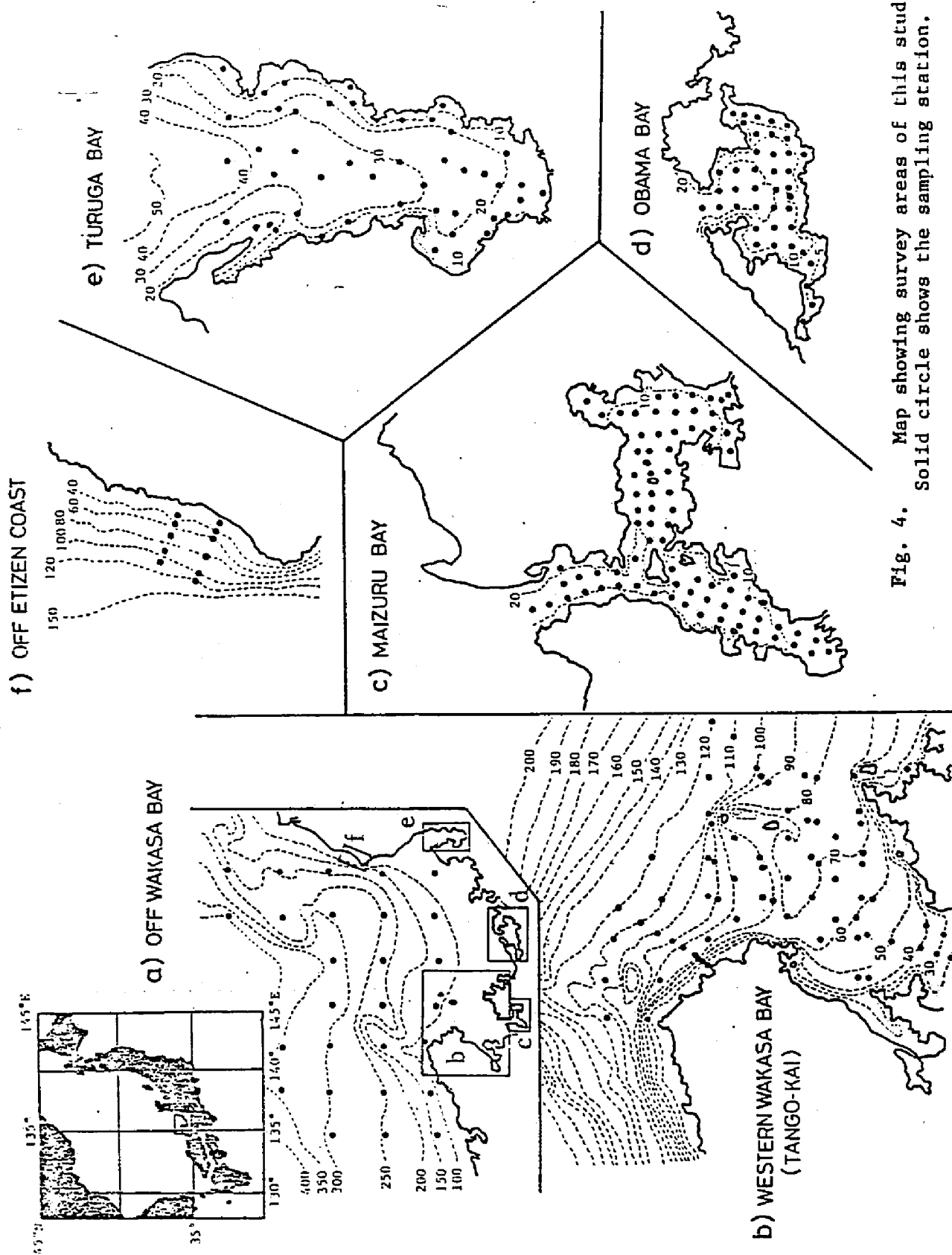


Fig. 4. Map showing survey areas of this study. Solid circle shows the sampling station.

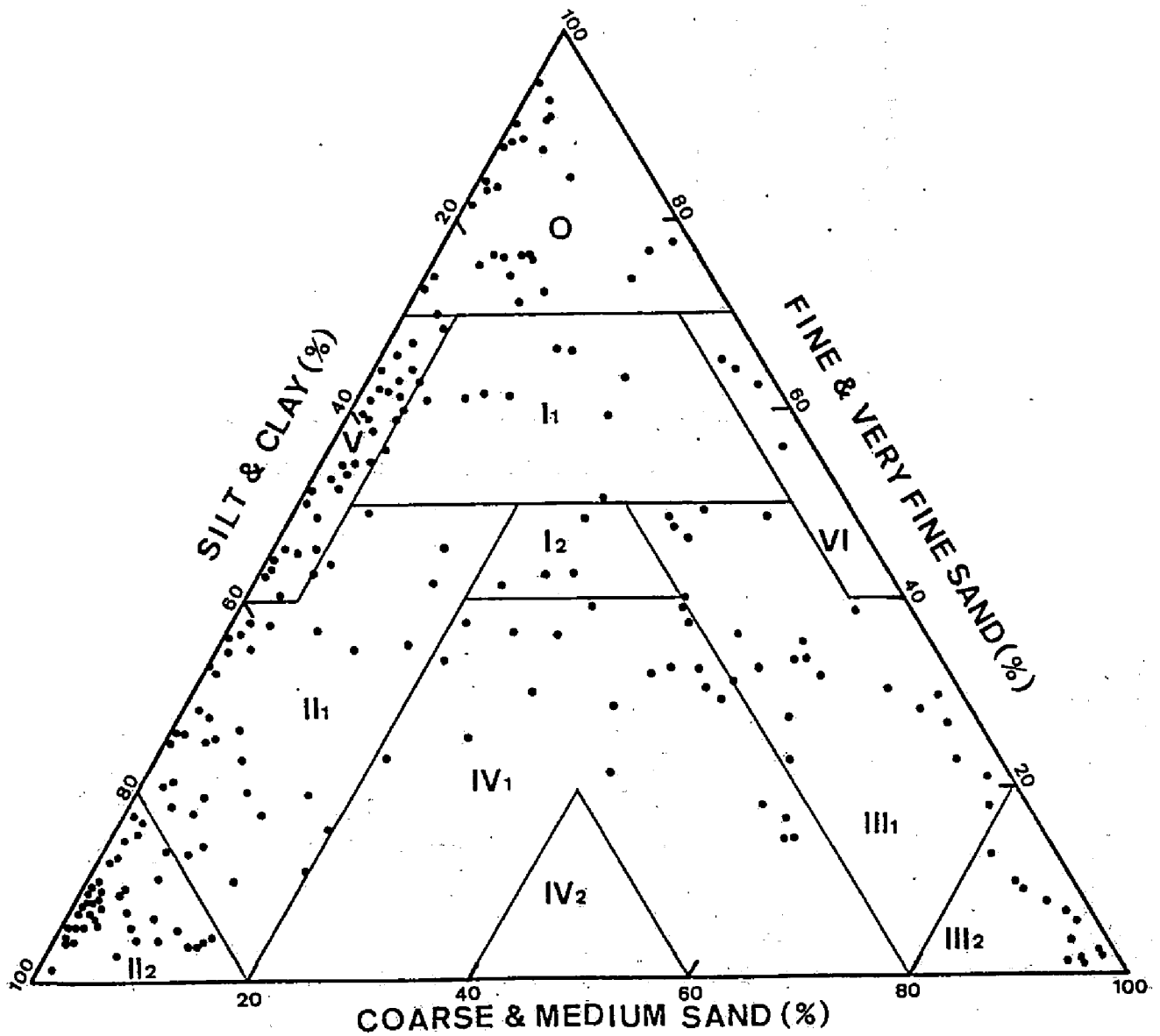


Fig. 5. Definition of sediment types (slightly modified from SATO, 1959).

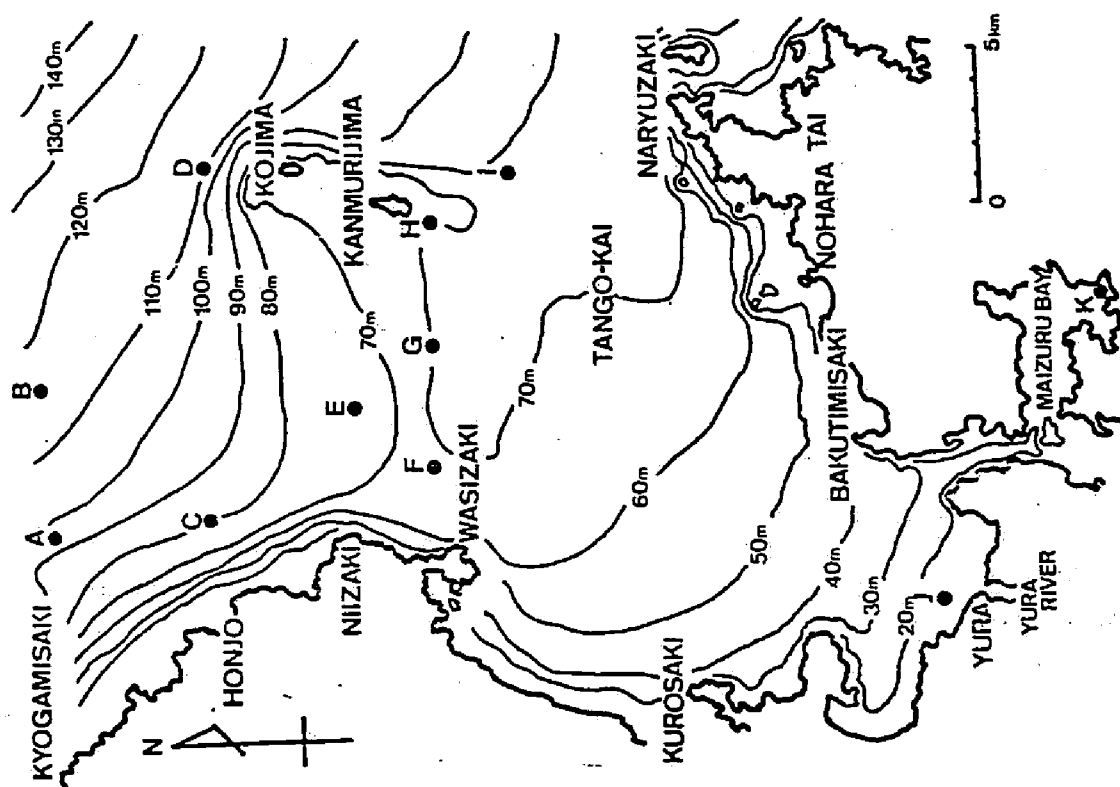


Fig. 7. Sampling stations where two types of sampling gears were used for the comparison of the sampling efficiencies of both gears.

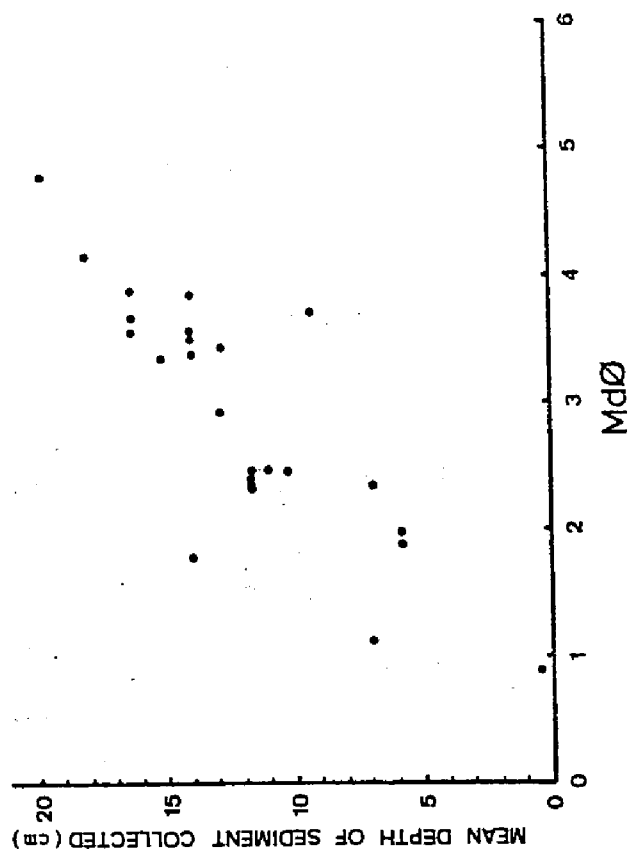


Fig. 6. Relationship between $Md\phi$ of sediment and mean depth of collected sediment.

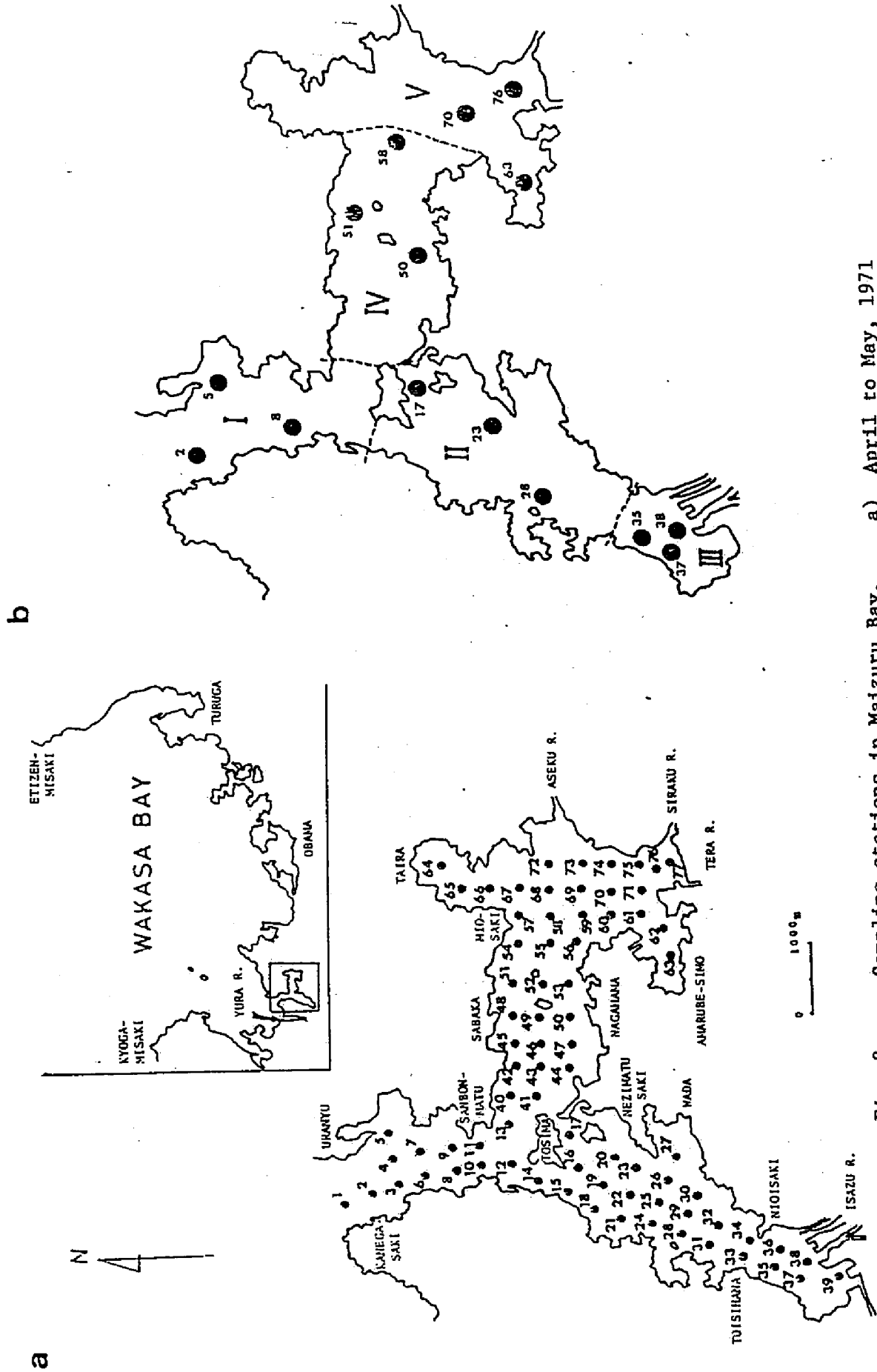


Fig. 8. Sampling stations in Maizuru Bay. a) April to May, 1971
 b) April, 1974 to January, 1975. Arabic numerals show the station number, while Roman numbers show the areal number.

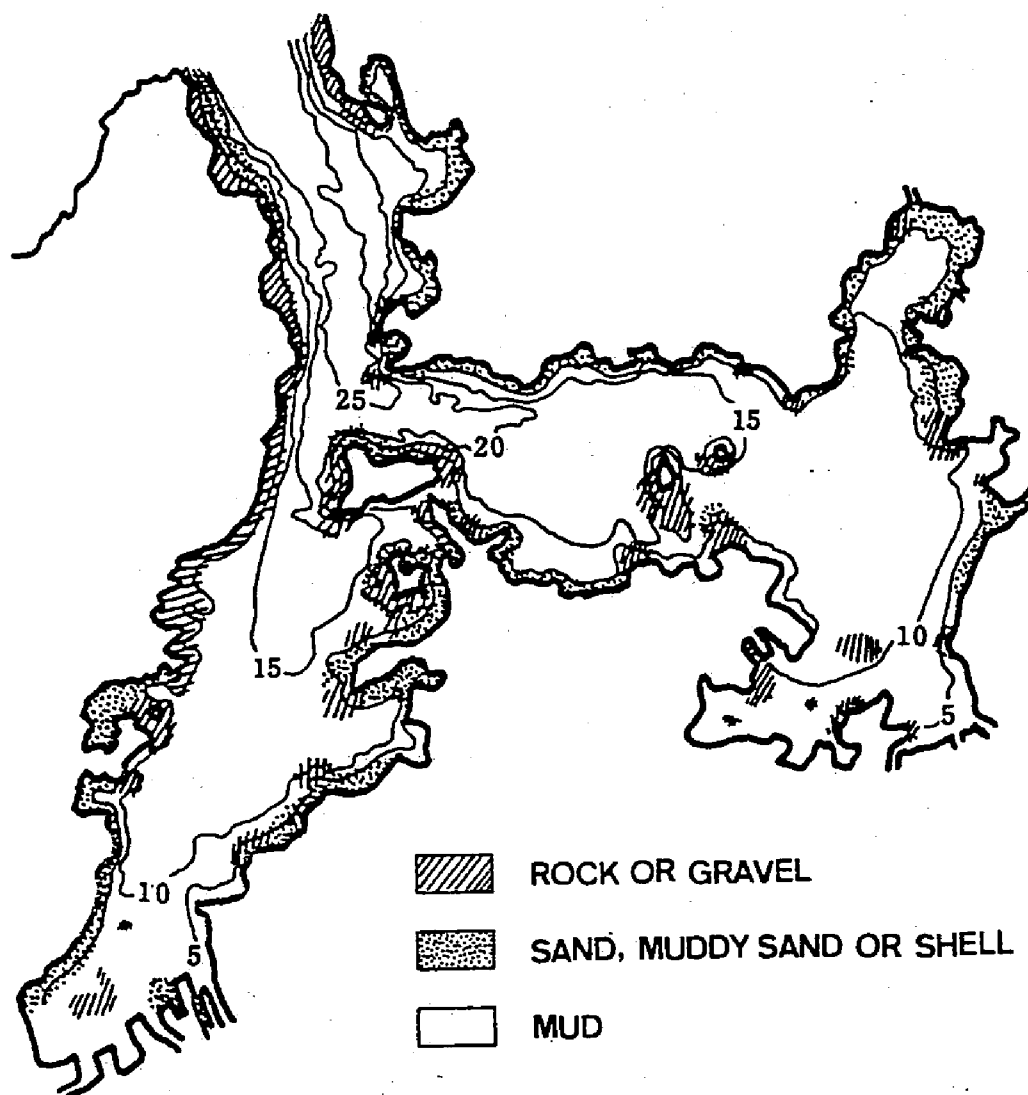


Fig. 9. Submarine topography and distribution of various types of bottom sediments of Maizuru Bay, based on the nautical chart published by the MARITIME SAFETY AGENCY OF JAPAN in 1957. Figure shows water depth in meter.

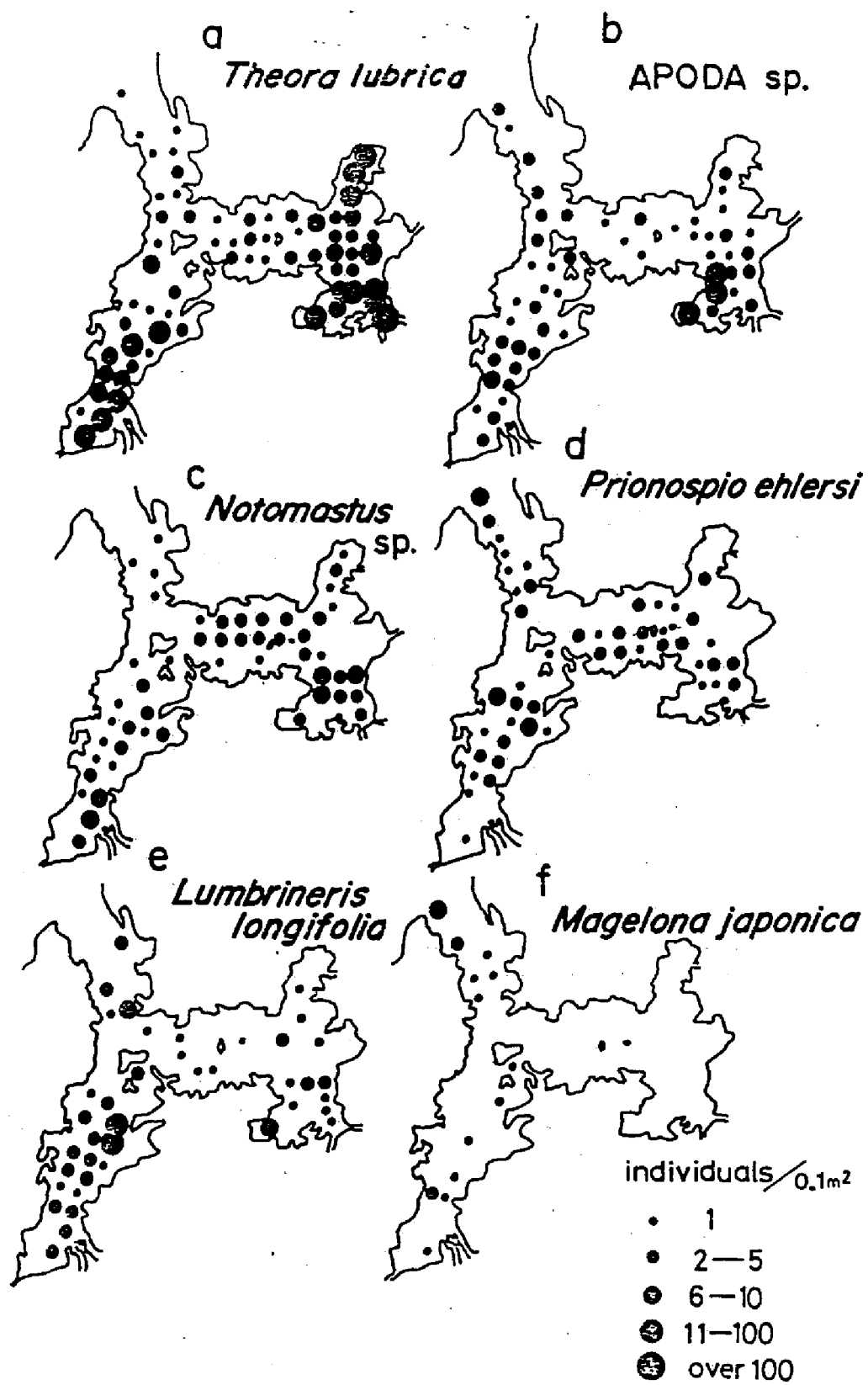


Fig. 10. Numerical distribution of 6 common species in Maizuru Bay.

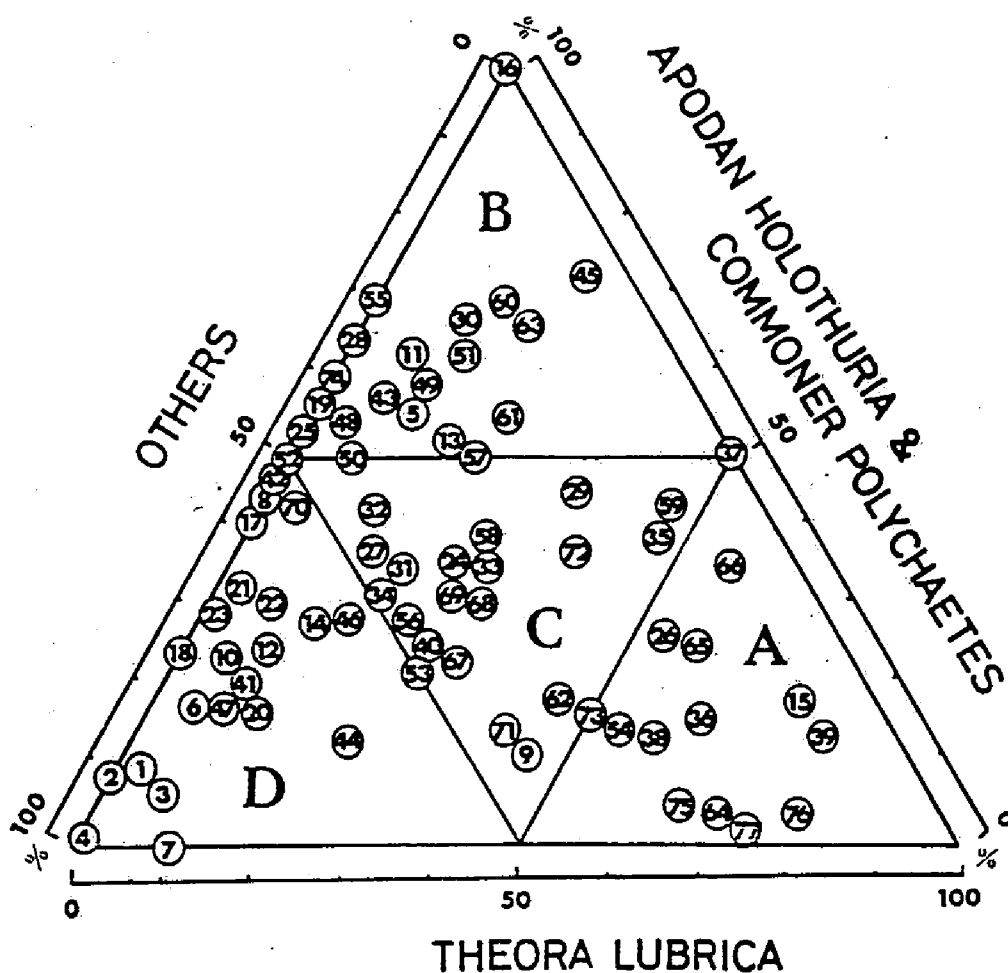


Fig. 11. Percentage compositions of *Theora lubrica*, a species of apodan holothurian plus 6 common polychaetes (see text), and the other animals at each station. Figures in circle show the station number. All stations were classified into 4 categories (A-D).

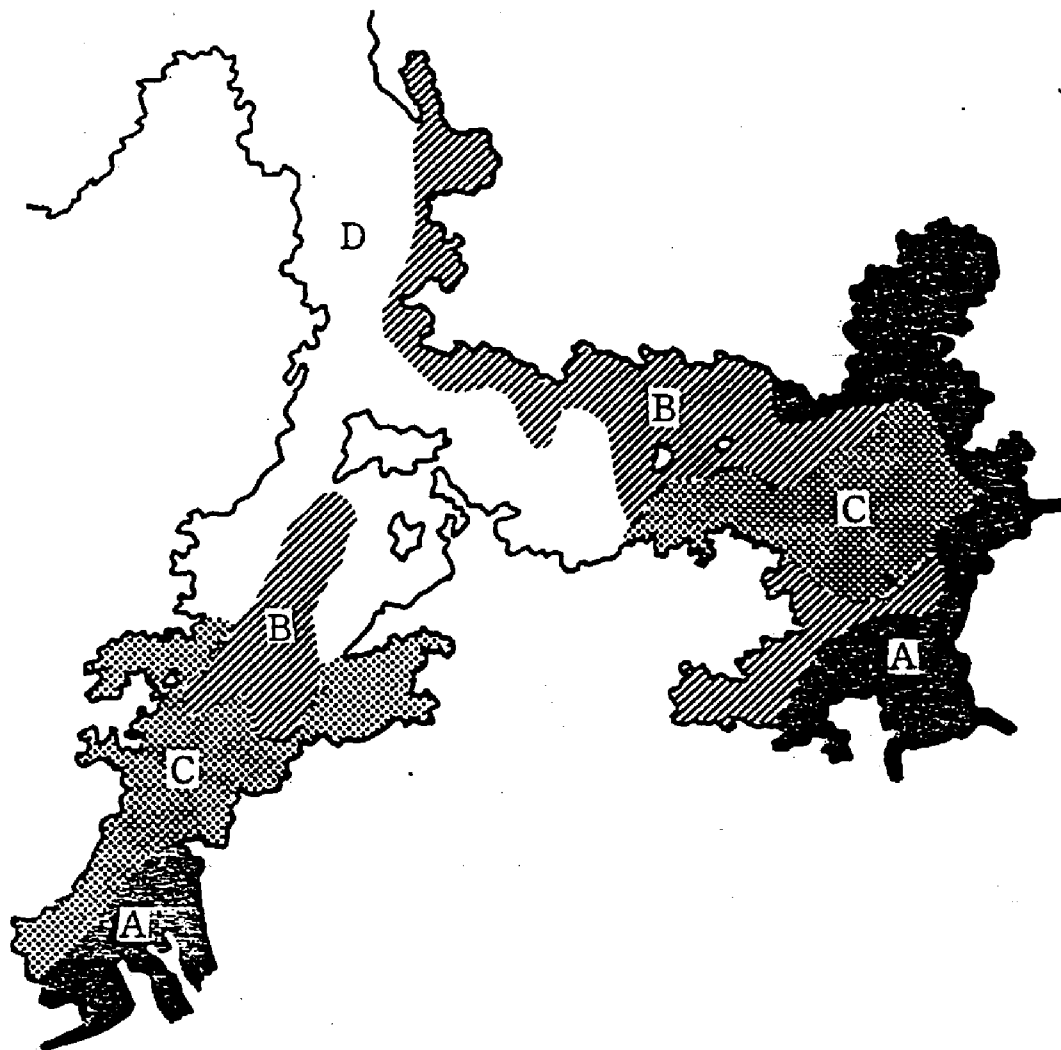


Fig. 12. Division of Maizuru Bay area based on faunal comparisons among survey stations as shown in the previous figure.

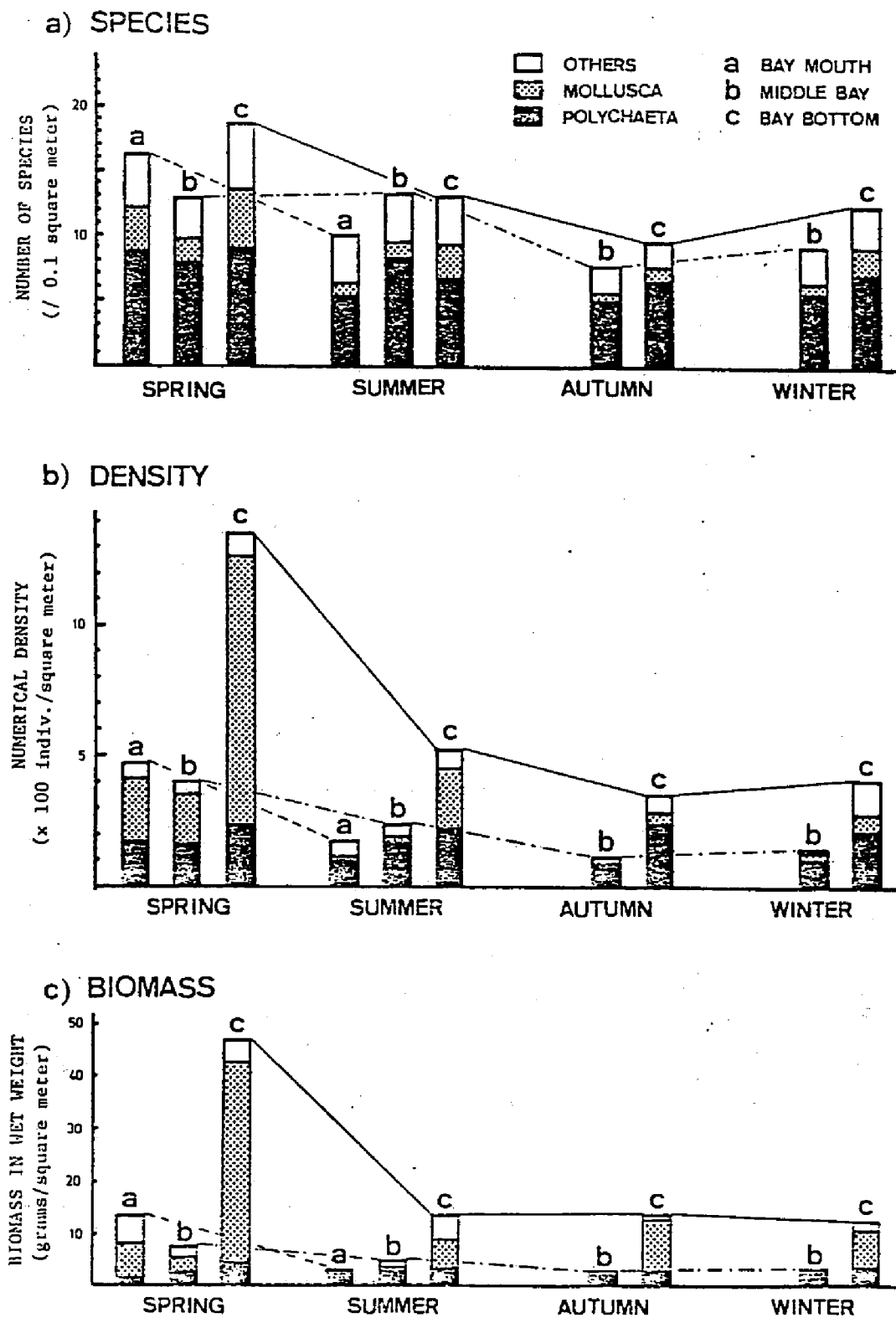


Fig. 13. Seasonal changes in number of species(a), numerical density(b) and biomass(c) in Maizuru Bay.

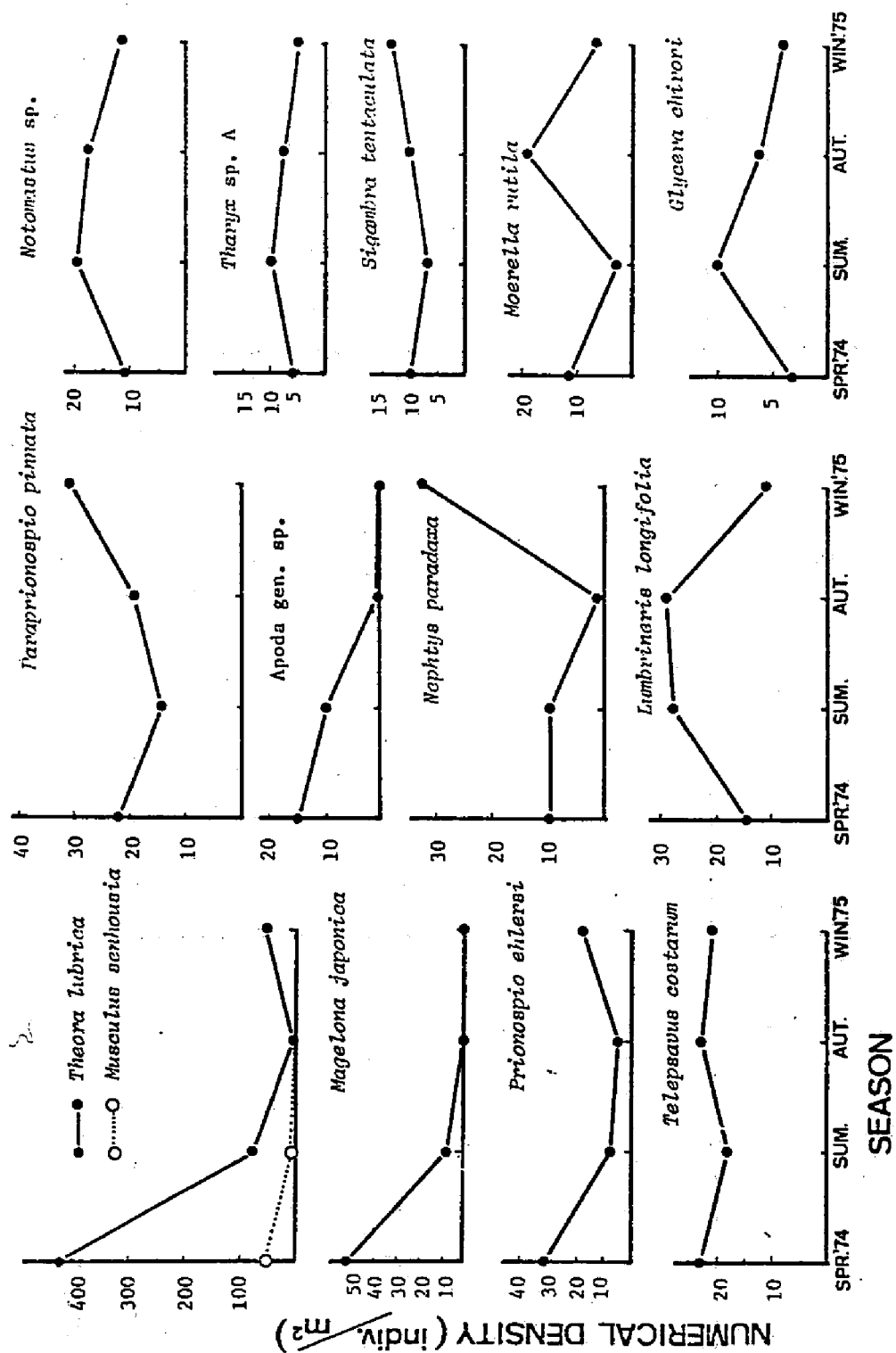


Fig. 14. Seasonal changes of numerical densities of some common species in Maizuru Bay.

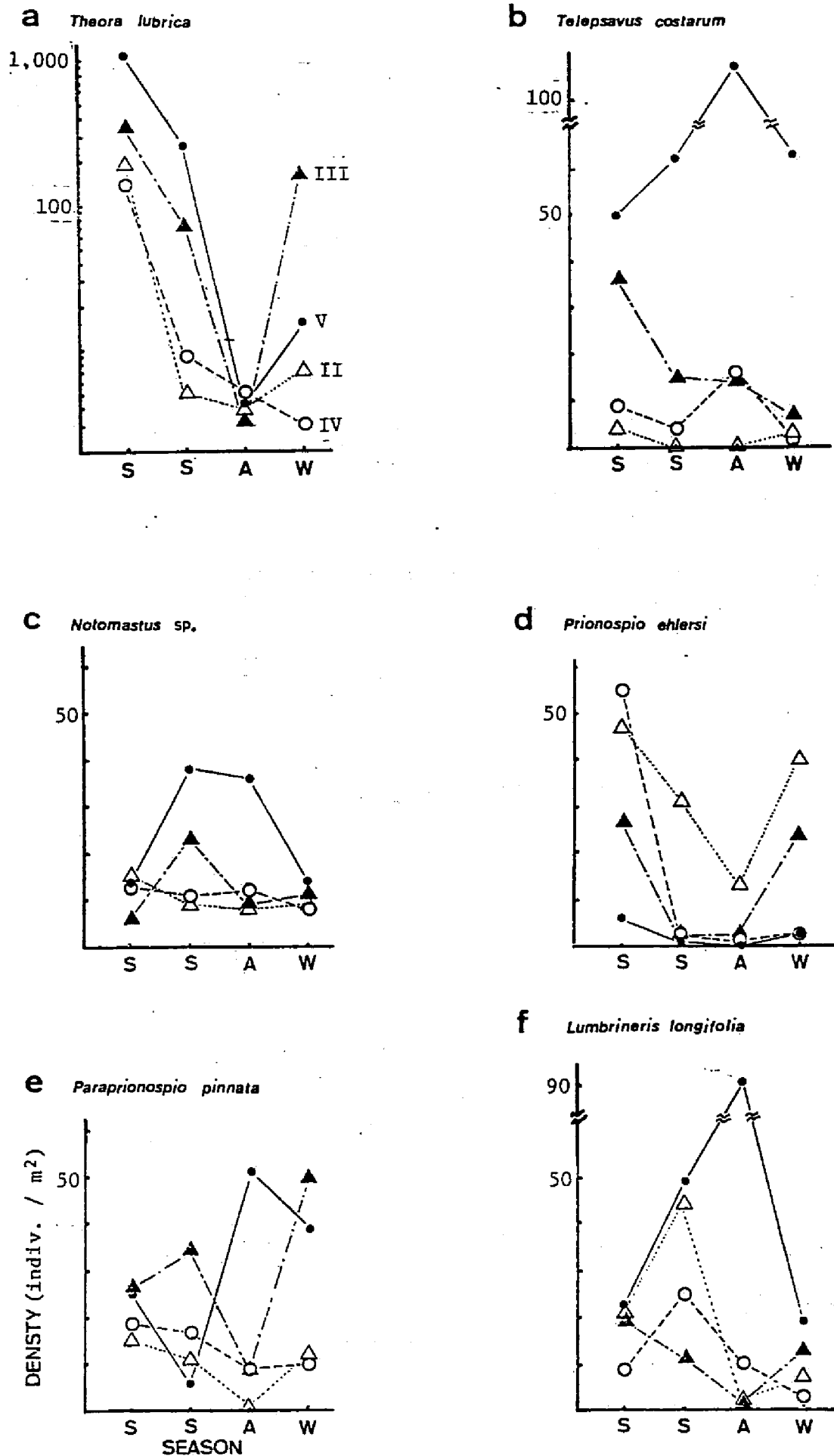


Fig. 15. Seasonal changes of numerical densities of some common species in Maizuru Bay, showing different patterns among various areas in the bay. Roman number shows the areas defined in Fig. 8b.

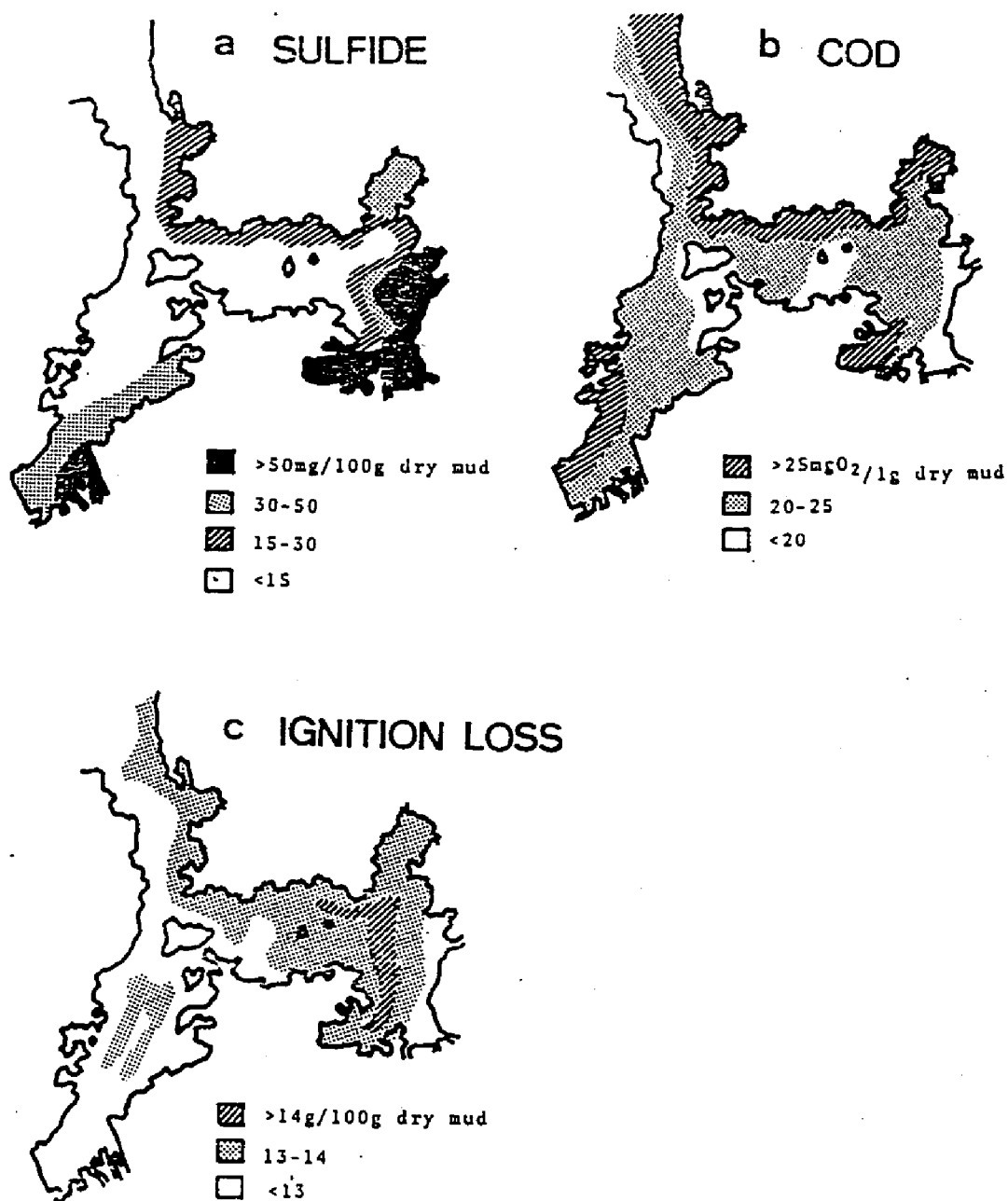


Fig. 16. Distribution of chemical conditions of the sediment in Maizuru Bay.

a: Sulfide-S content (KOBAYASHI and MORI, unpublished)

b: COD (MICROBIOLOGICAL LABORATORY OF FISHERIES DEPARTMENT, KYOTO UNIVERSITY, 1966)

c: Ignition Loss (KOBAYASHI and MORI, unpublished)

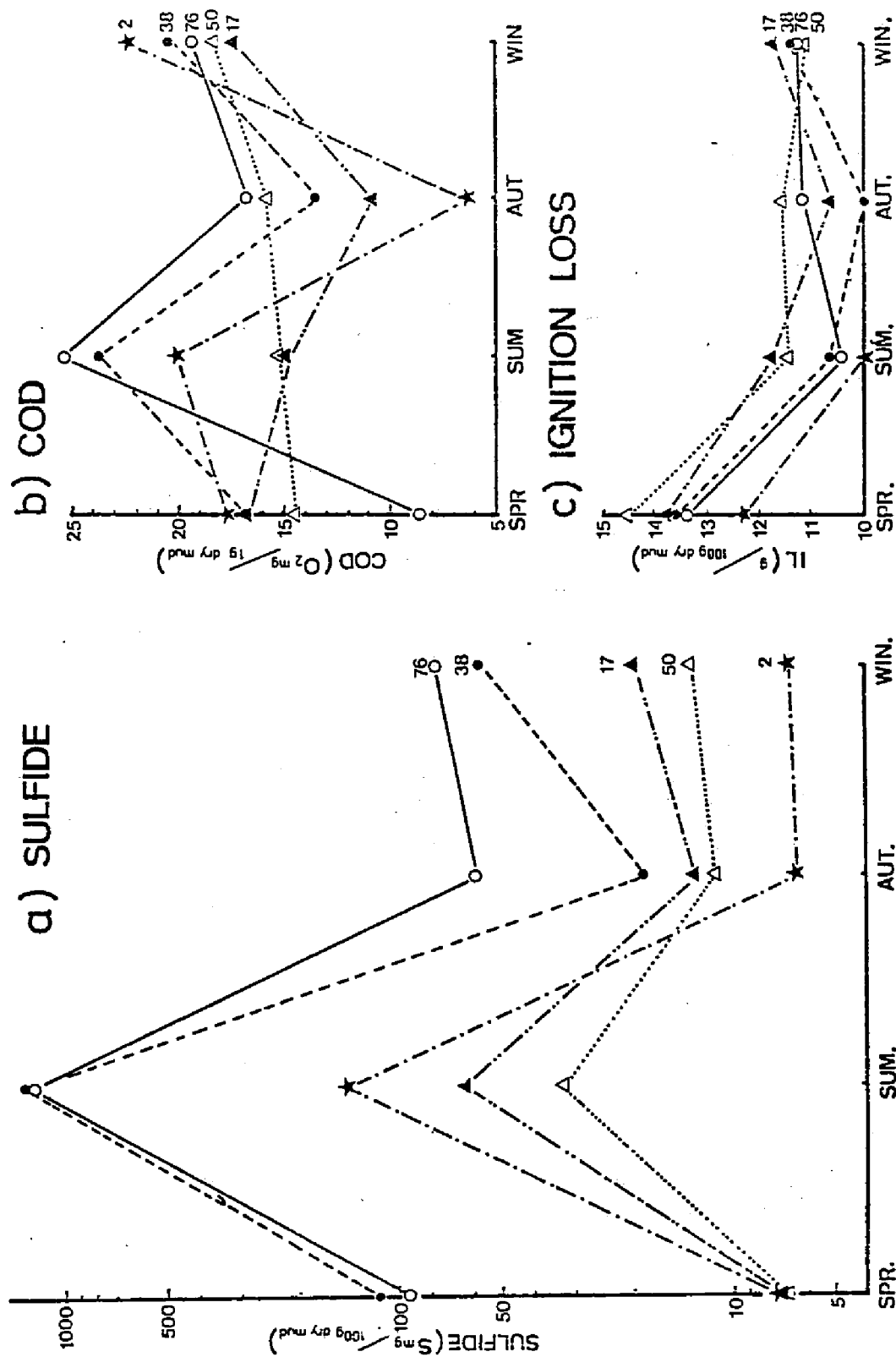


Fig. 17. Seasonal changes in sulfide content(a), COD(b) and ignition loss(c). Figure shows the station number.

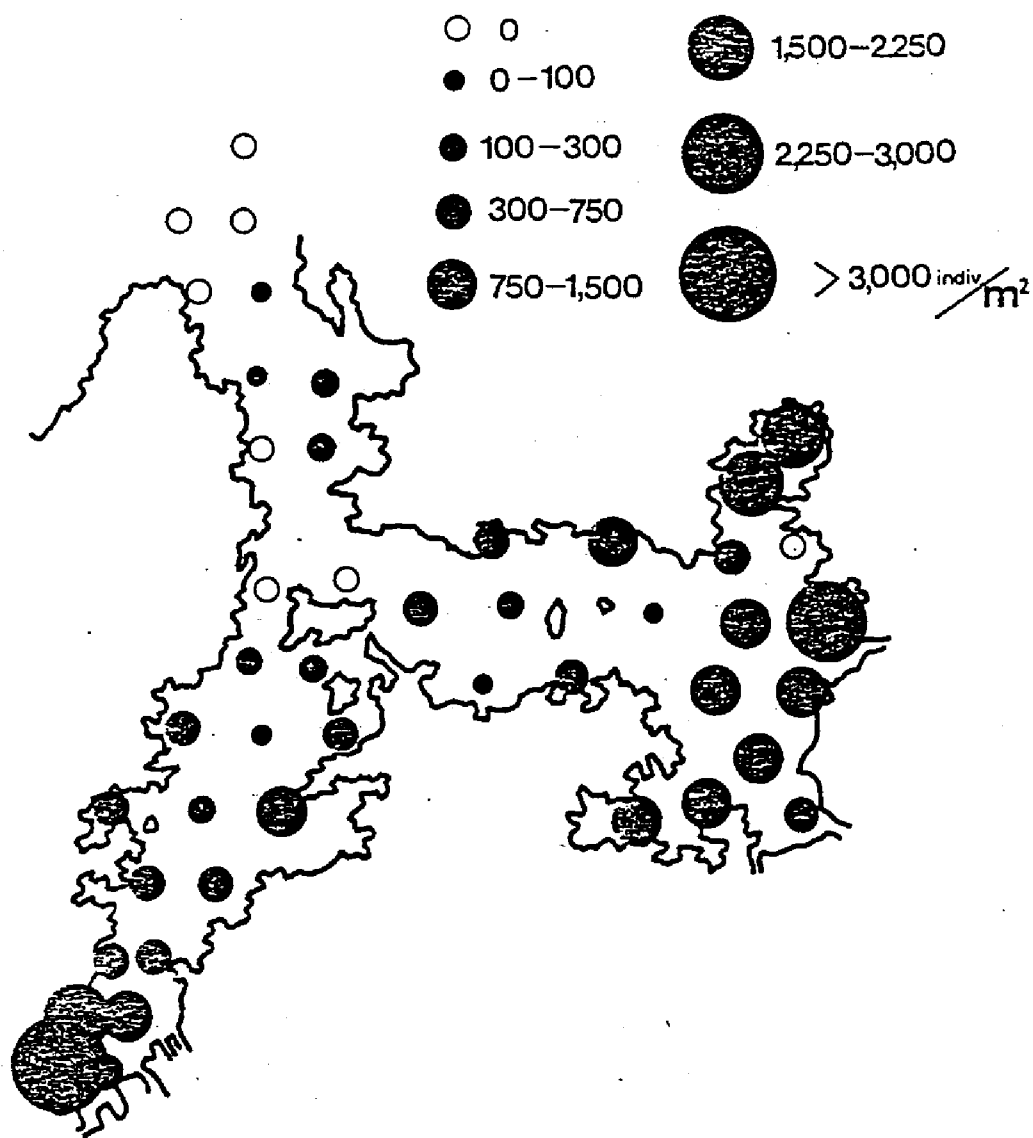


Fig. 18. Distribution of *Theora lubrica* about 35 years ago based on the data of MIYADI *et al.* (1950).

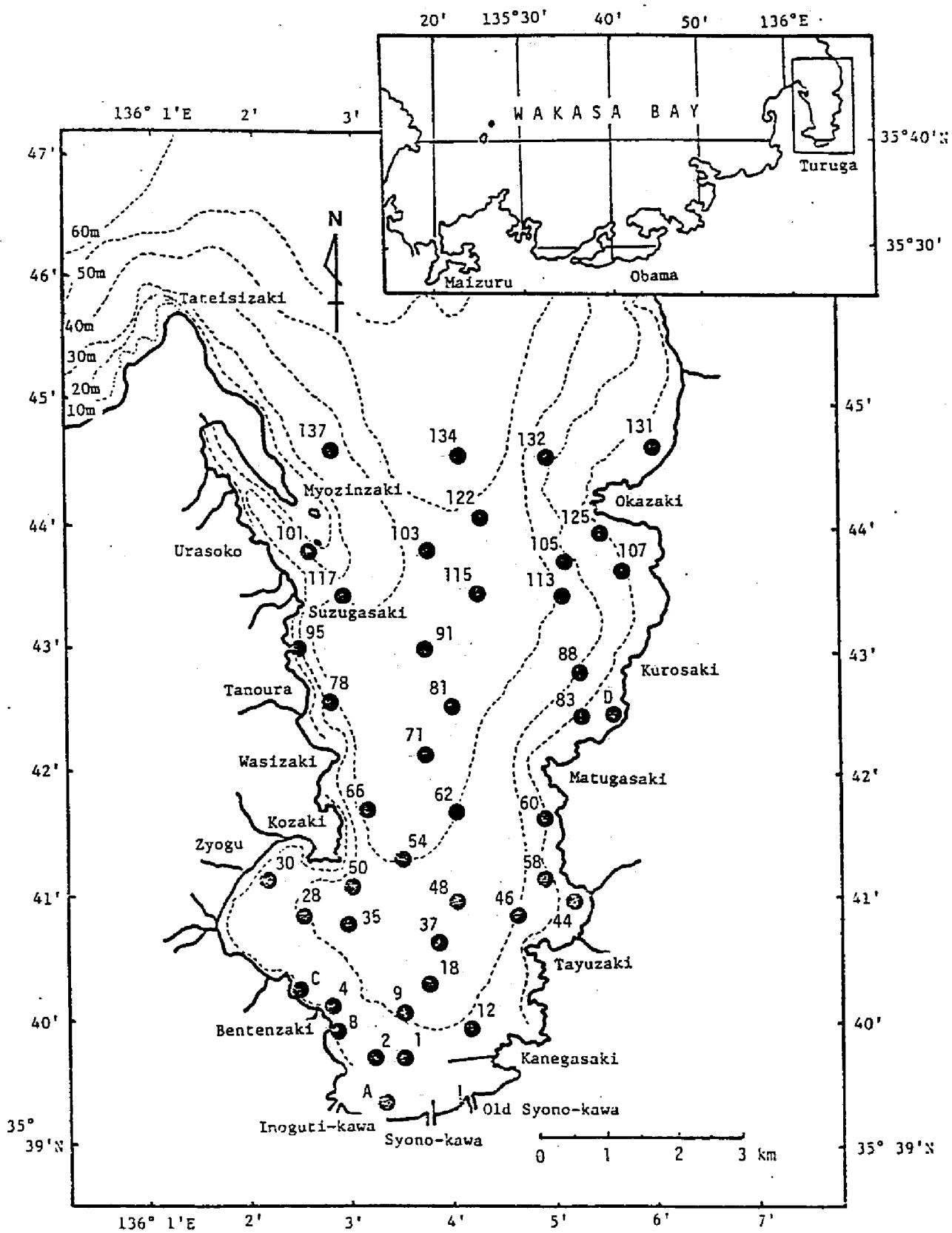
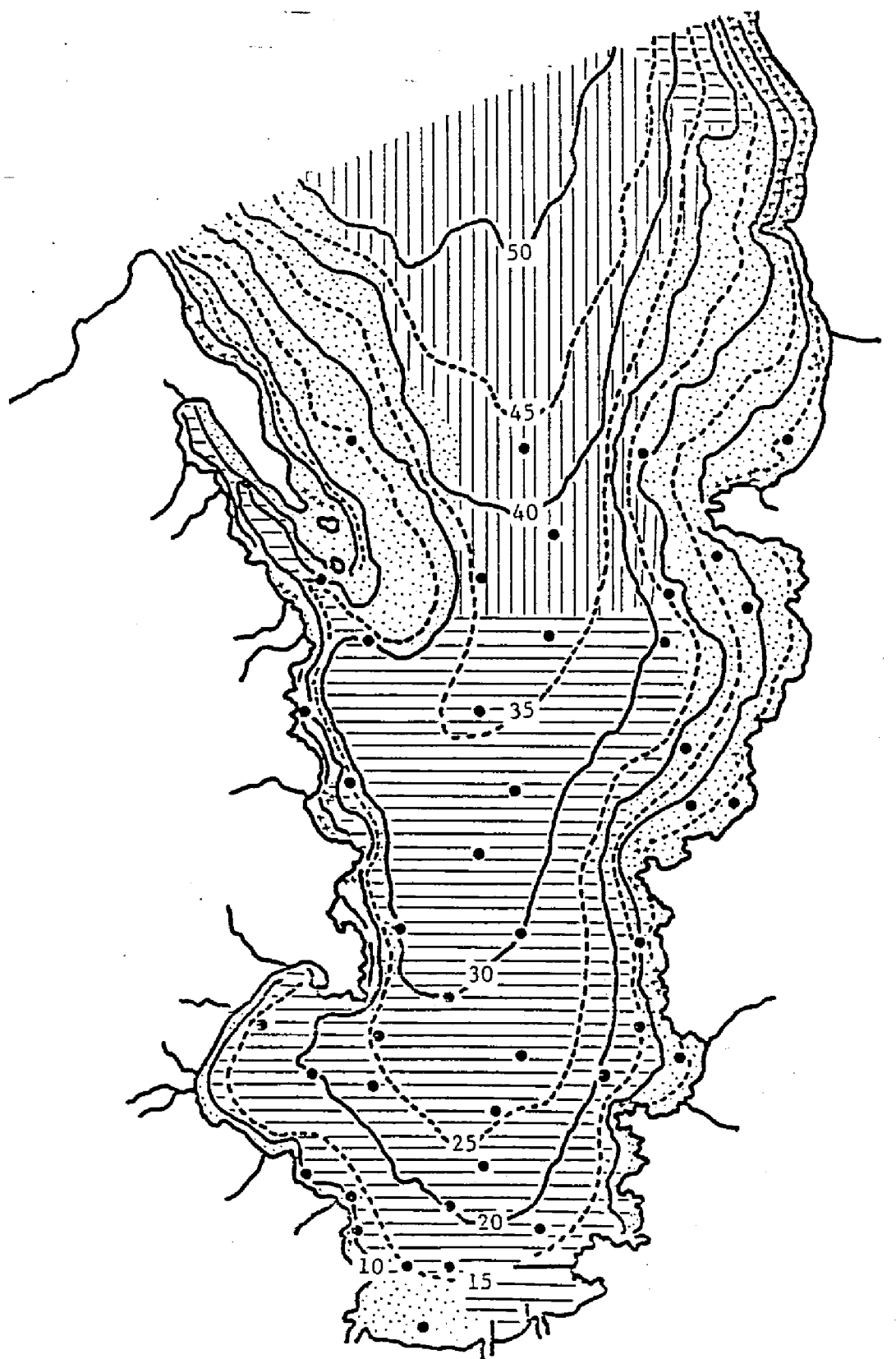


Fig. 19. Sampling stations in Turuga Bay. Figure shows the station number



rock
 sand
 muddy sand
 mud

Fig. 20. Submarine topography and distributions of various types of bottom sediments in Turuga Bay, based on the nautical chart published by the MARITIME SAFETY AGENCY OF JAPAN in 1965 (Chart number, 117). Figure shows water depth in meter.

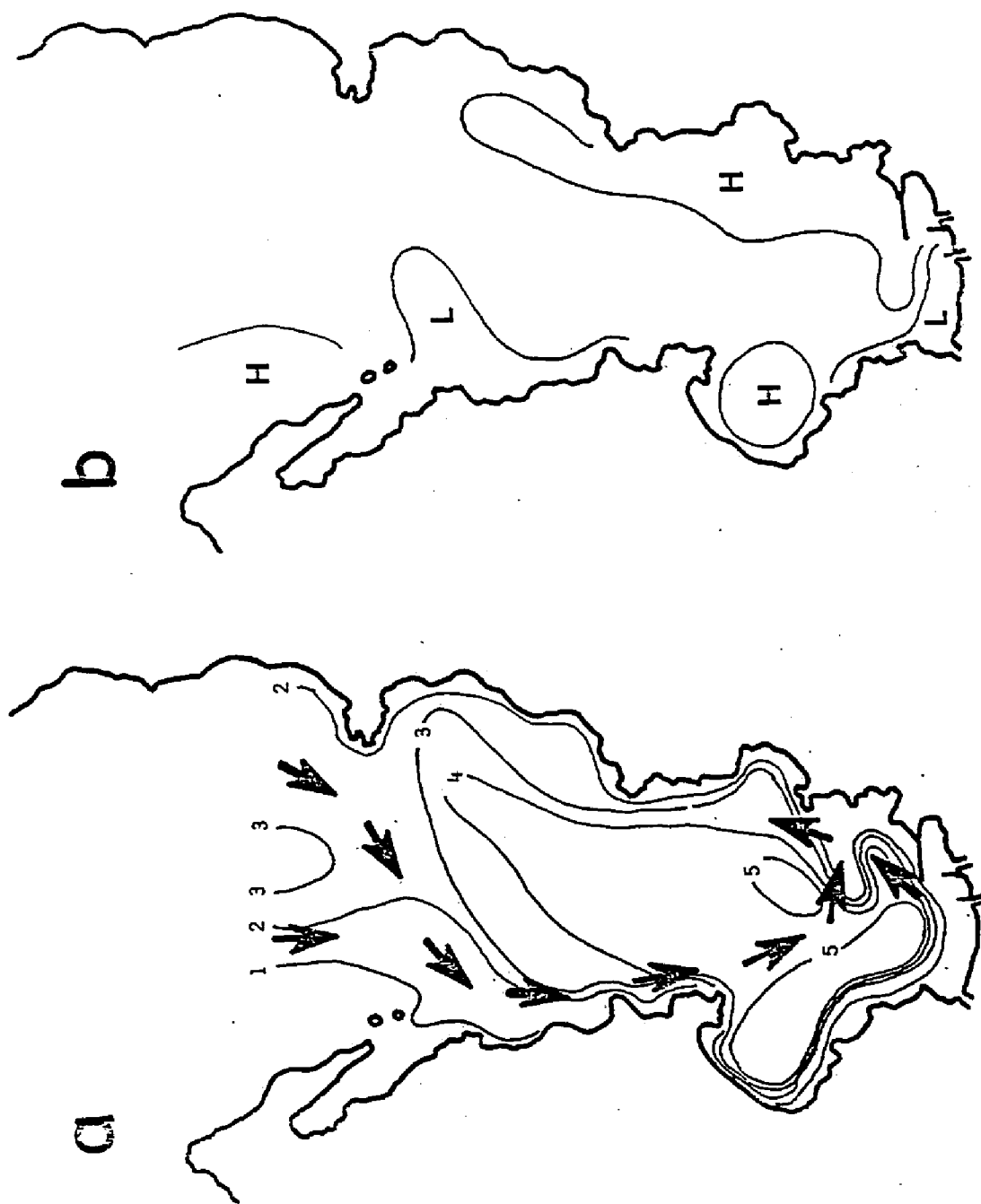


Fig. 21. a: Distribution of M_{ϕ} of bottom sediment and the course of the bottom current (After FUKUI PREF. FISH. EXPTL. STA., 1968).
 b: Distribution of ignition loss values (gram per 100 gram dry mud).
 H: Sediment showing a value of more than 6 gram per 100 gram dry mud.
 L: Sediment showing a value of less than 2 gram per 100 gram dry mud.

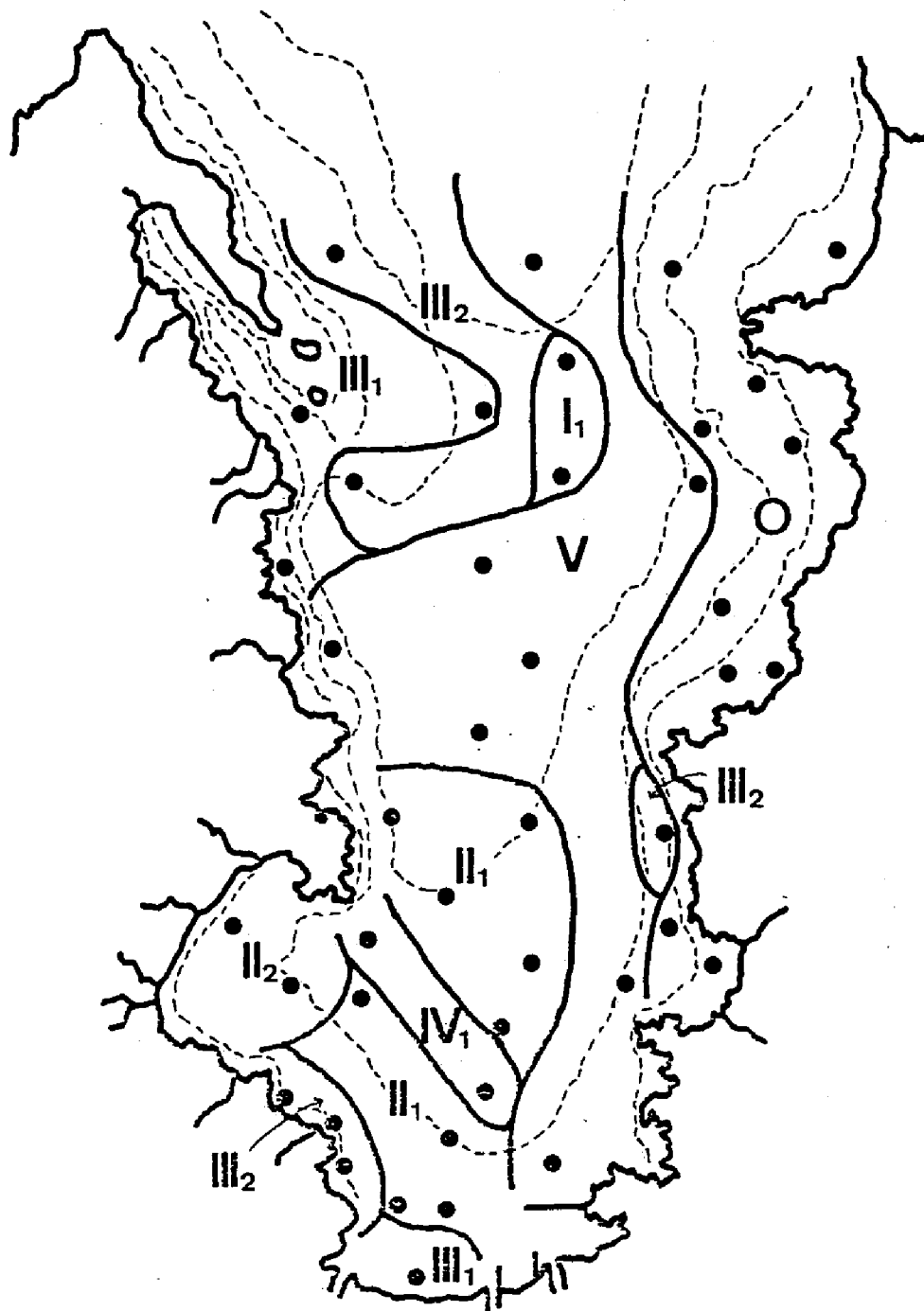


Fig. 22. Distribution of various types of sediment in Turuga Bay. Roman number refers to sediment type defined in Fig. 5.

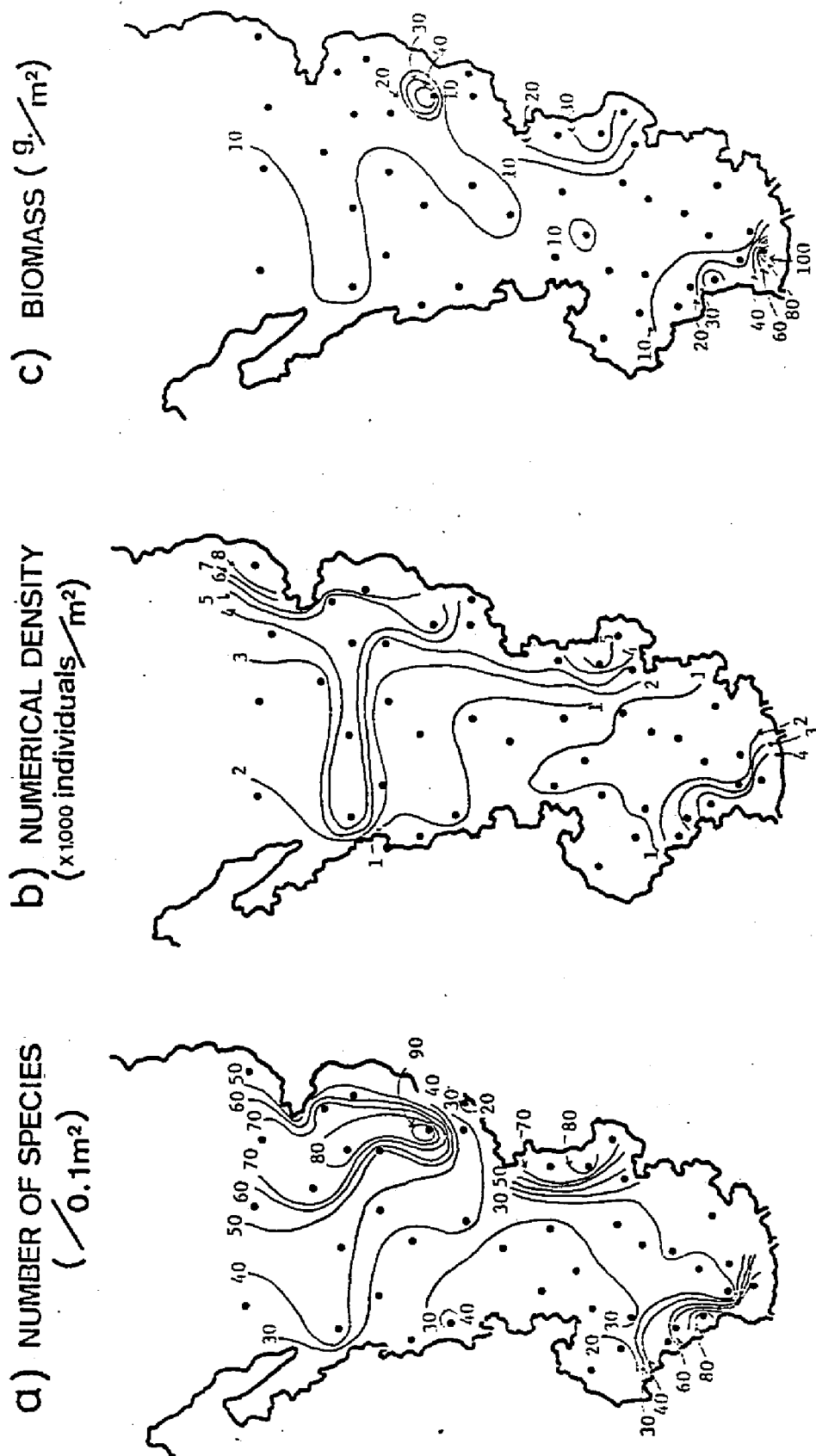


Fig. 23. Isopleths in number of species(a), numerical density(b) and biomass(c) in Turuga Bay.

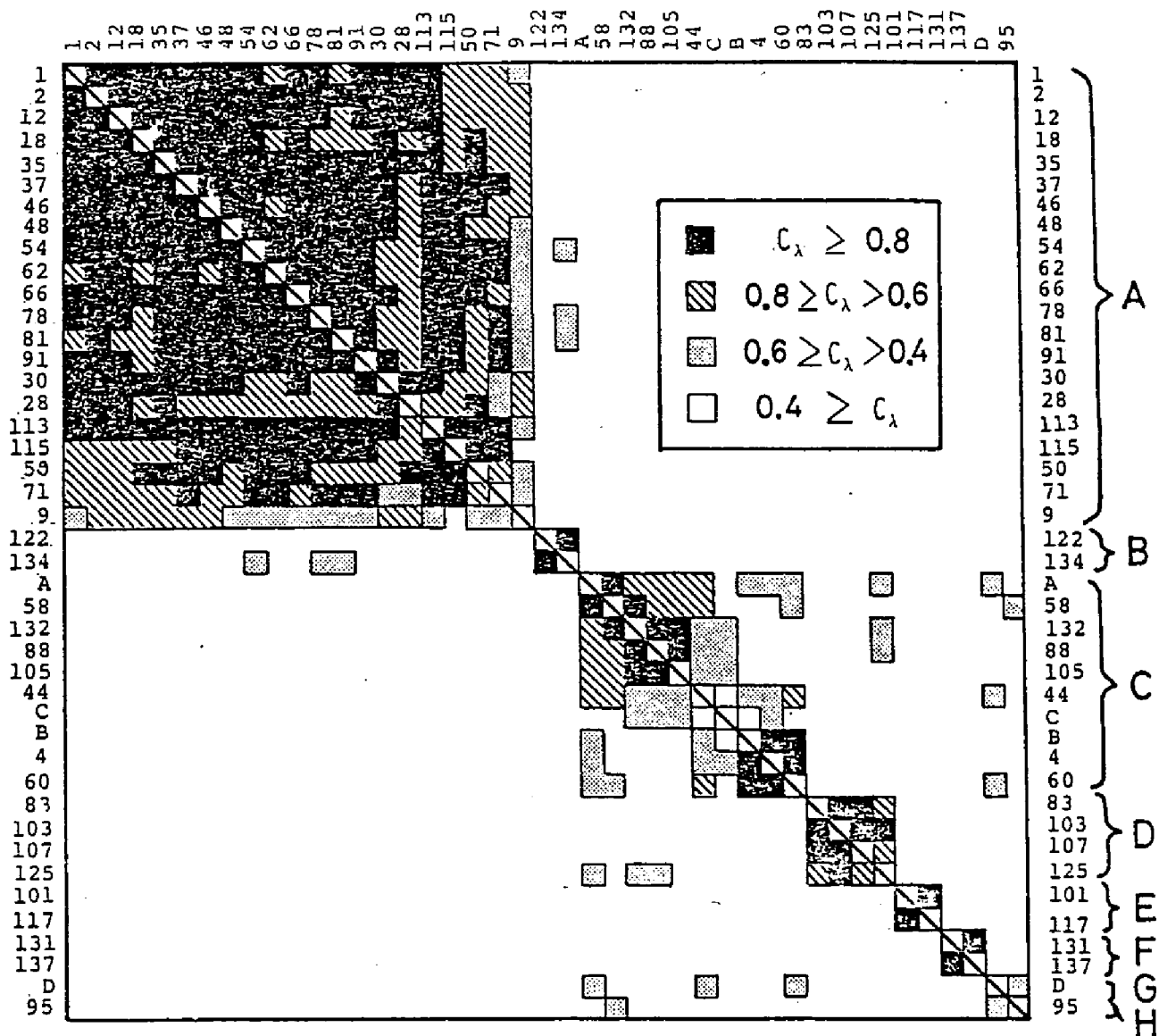


Fig. 24. Trellis diagram using MORISITA's C_λ index of similarity based on the polychaete species occurring in Turuga Bay. Eight station groups (A-H) are distinguishable.

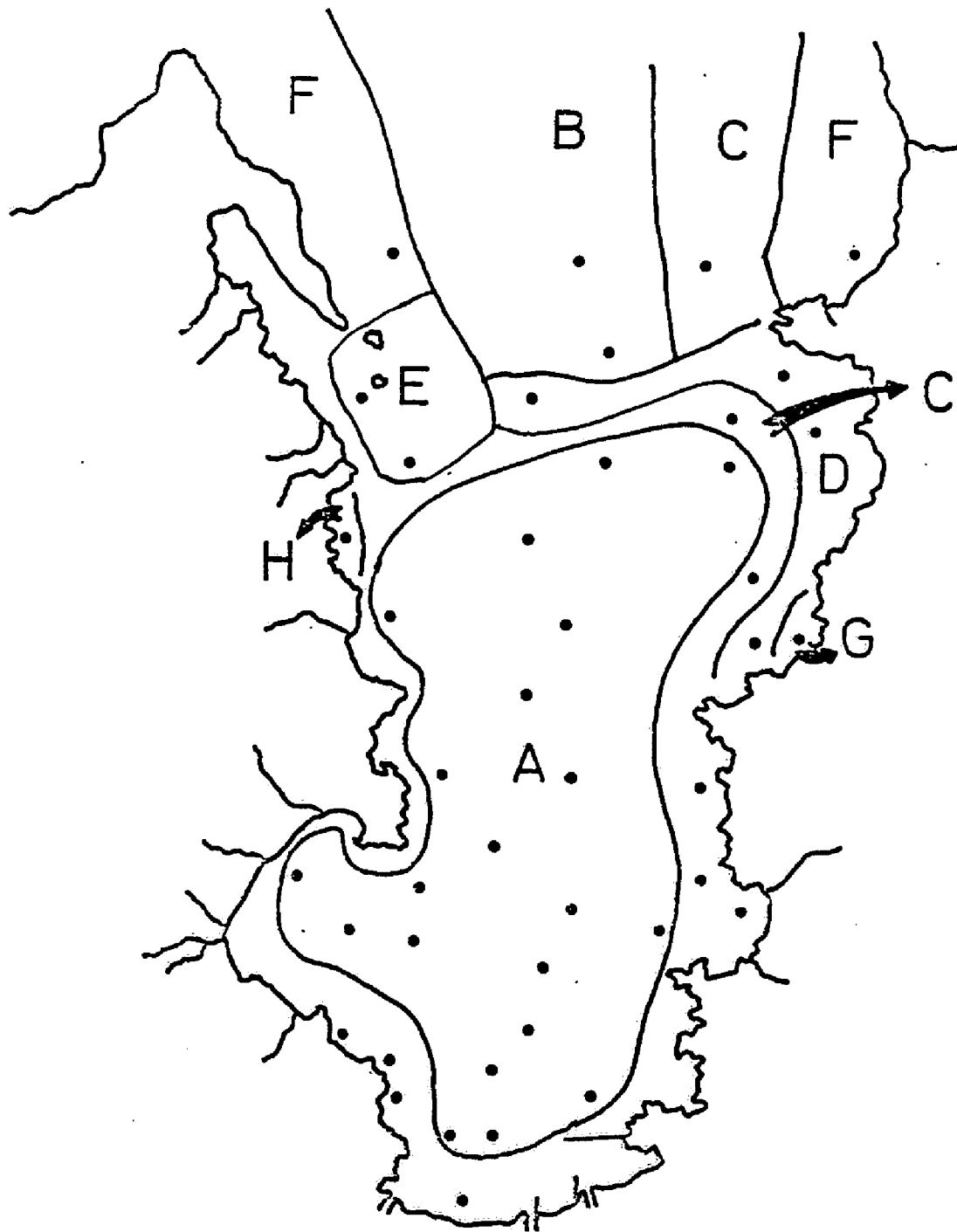


Fig. 25. Division of Turuga Bay area based on the similarity of polychaete fauna among survey stations.

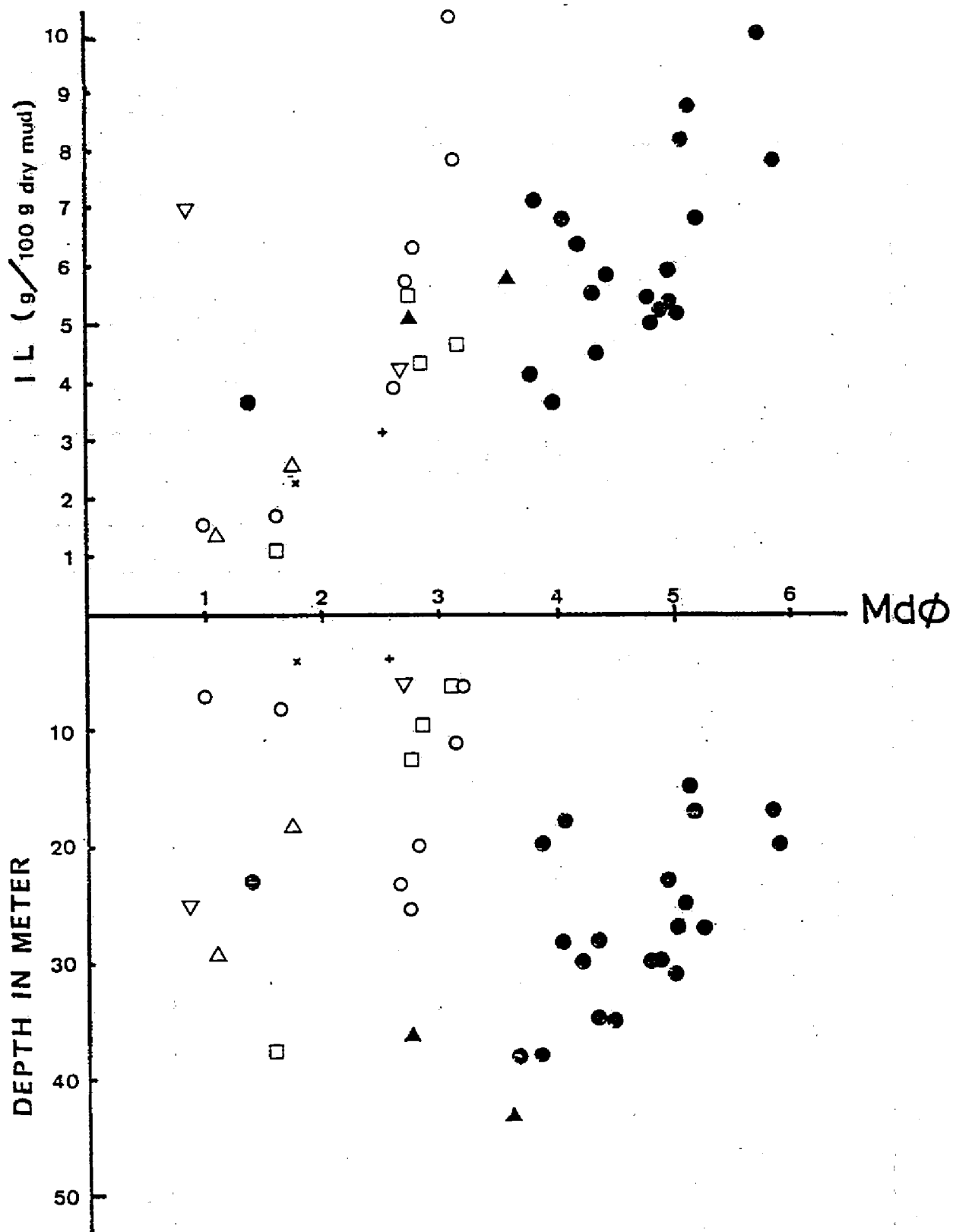


Fig. 26. Distribution of 8 station groups(A-H) in terms of $Md\phi$, ignition loss of sediment and depth in meter. Symbols used are as follows: A(\bullet), B(\blacktriangle), C(\circ), D(\square), E(\triangle), F(∇), G(+), and H(x).

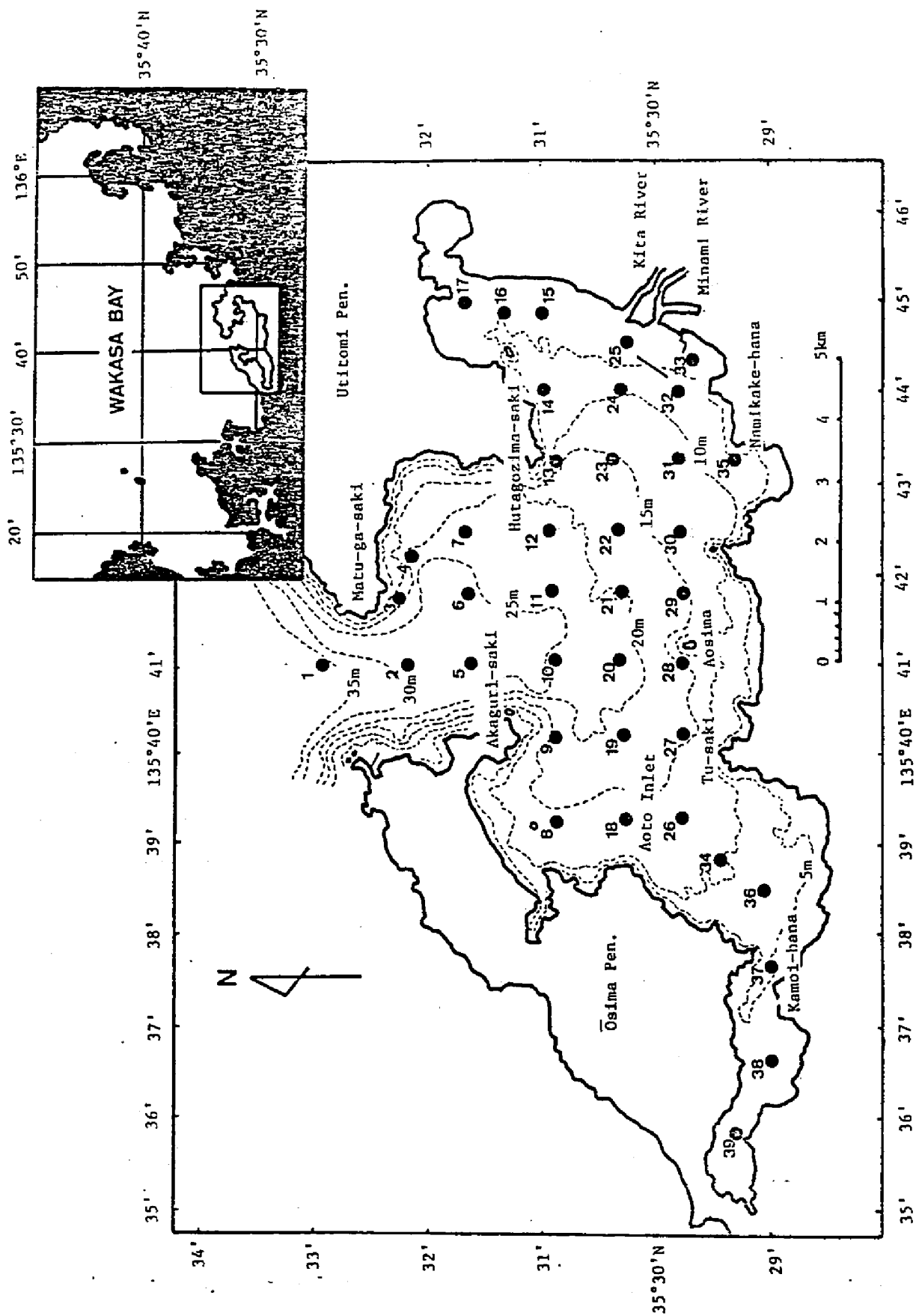


Fig. 27. Sampling stations in Obama Bay with depth contour in meter. the station number. Figure shows

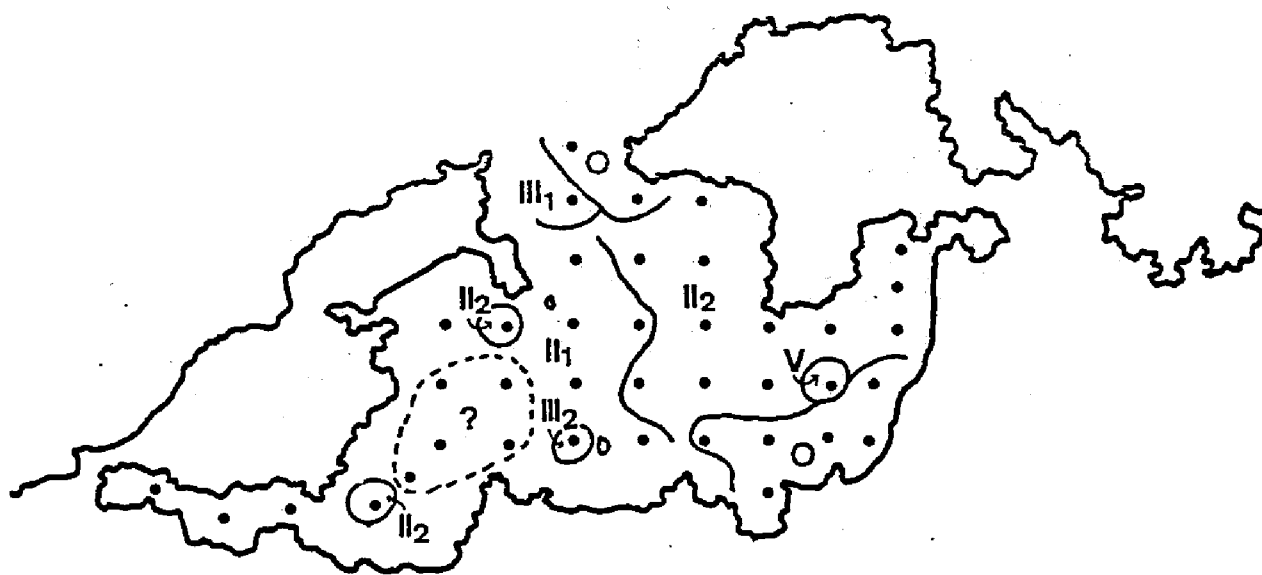


Fig. 28. Distribution of various sediment types in Obama Bay.

$H > 10g / 100 \text{ g dry mud}$
 $L < 7g / 100 \text{ g dry mud}$

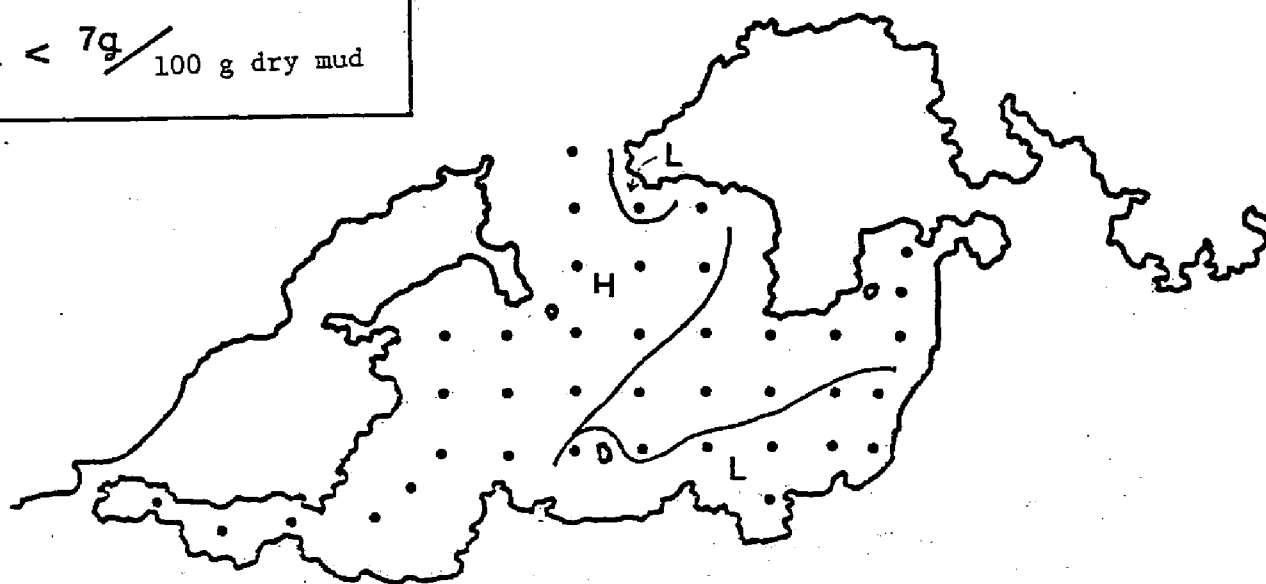


Fig. 29. Distribution of ignition loss values in Obama Bay.

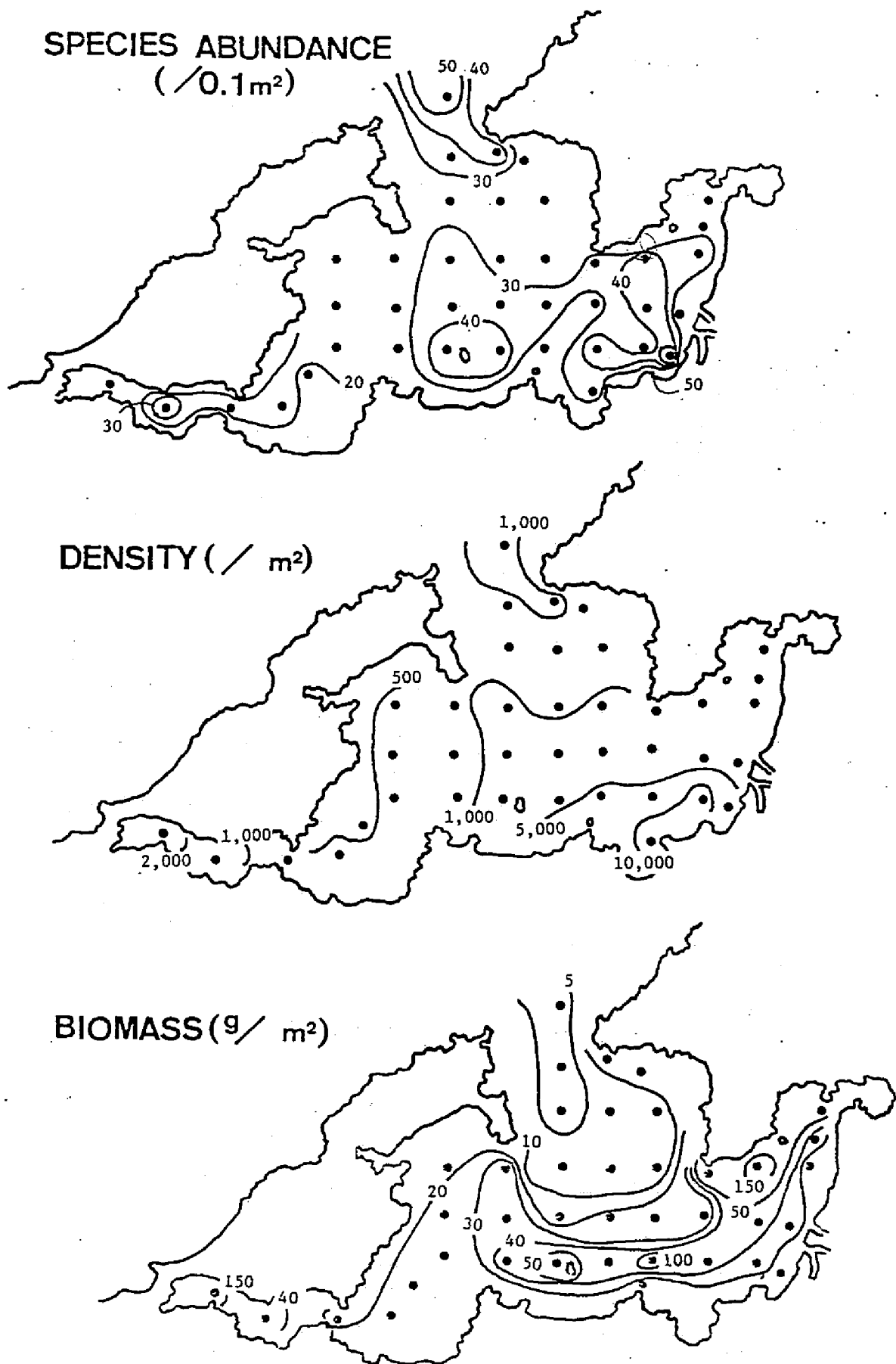


Fig. 30. Isopleths in number of species(species abundance), numerical density and biomass in Obama Bay.

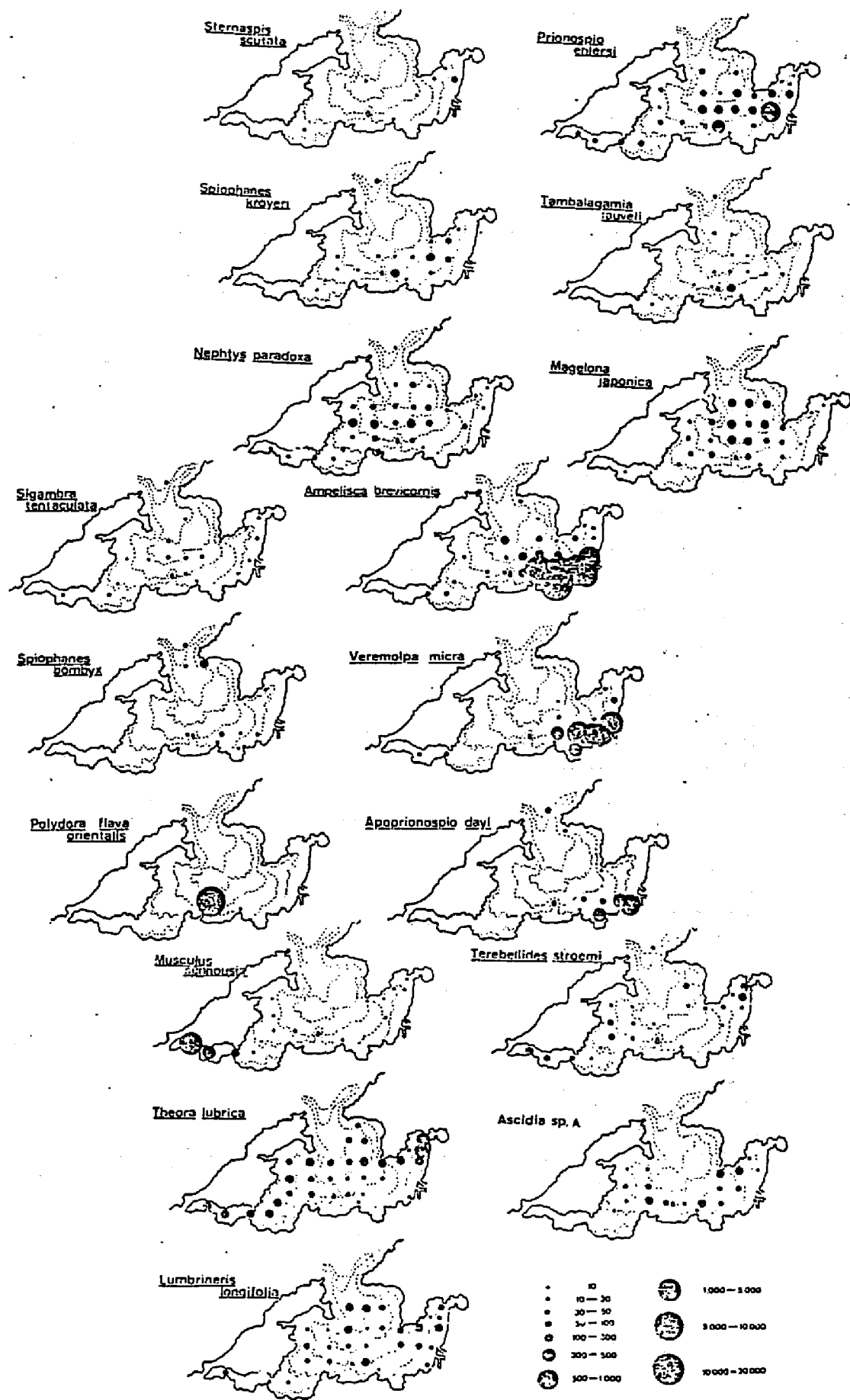


Fig. 31. Numerical distribution of 17 species of smaller macrobenthos in Obama Bay.

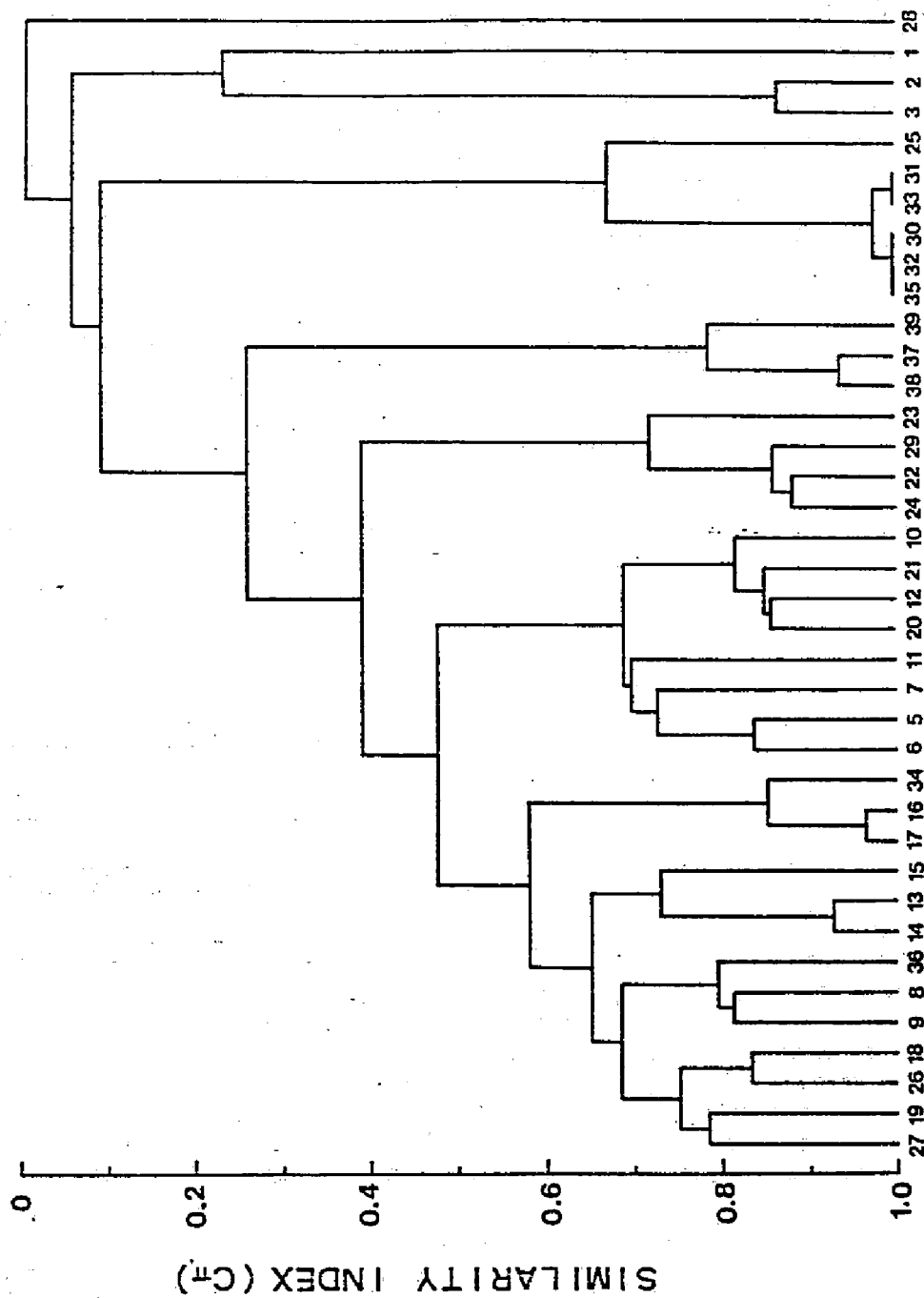


Fig. 32. Dendrogram using KIMOTO's C_n index of similarity based on the numerical distribution of 24 species common in Obama Bay.

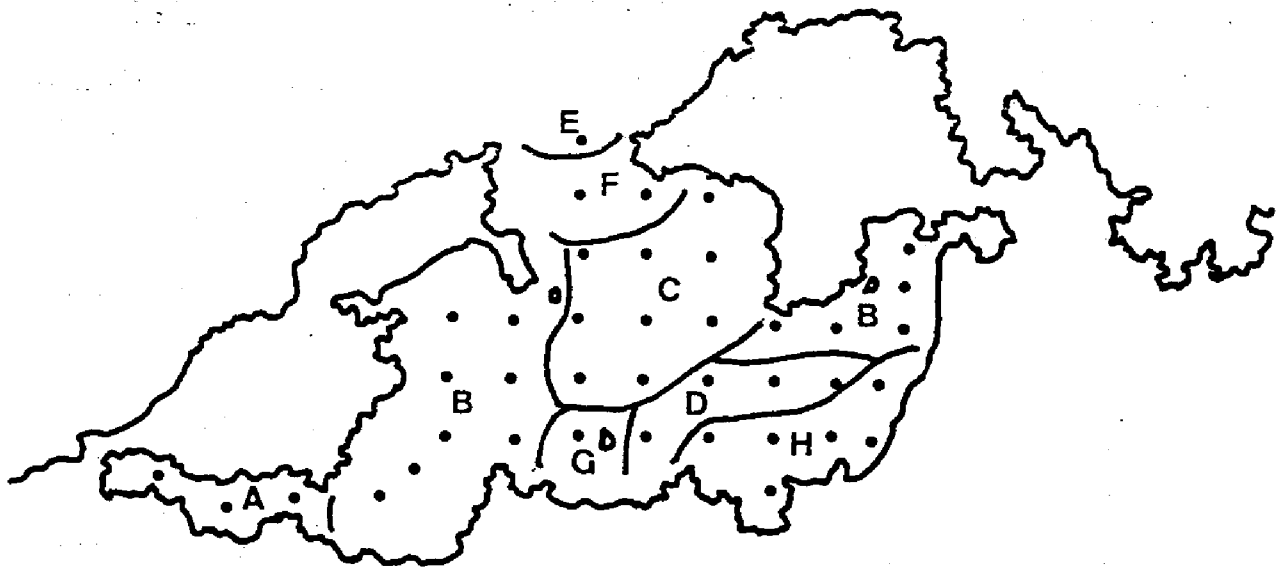


Fig. 33. Division of Obama Bay area based on the previous figures.

- A DITRUPA-NUCULA COMMUNITY
- B TEREBELLIDES-THEORA COM.
- C PAPHIA-THEORA COM.
- D SMALL CRUSTACEAN COM.

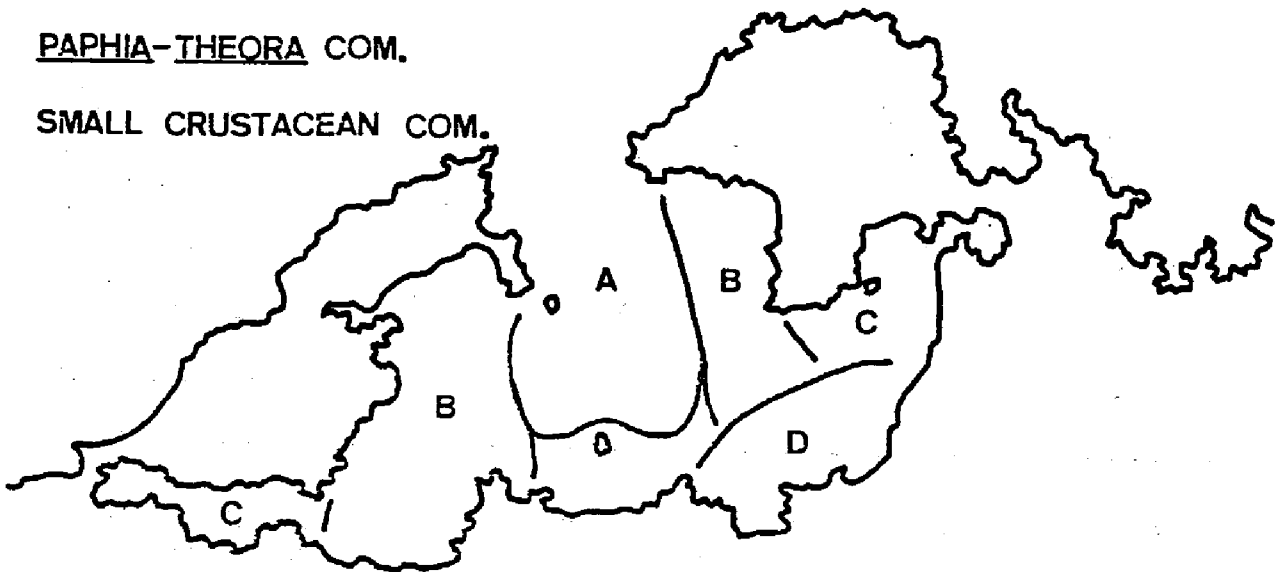


Fig. 34. Division of Obama Bay area based on HABE *et al.* (1946).

SPECIES	MAIZURU BAY	OBAMA BAY	TURUGA BAY
<i>Pseudeurythoe</i> sp.	○	●	●
<i>Sigambra tentaculata</i>	○	●	●
<i>Tambalagamia fauveli</i>	○	●	○
<i>Nephtys polybranchia</i>	○	○	○
<i>Nephtys paradoxa</i>	●	●	●
<i>Nephtys</i> sp. A			
<i>Glycera chirori</i>	●	●	●
<i>Glycera decipiens</i>		○	●
<i>Glycera alba</i>	○	○	●
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	○	○	○
<i>Eunice indica</i>		○	●
<i>Ninoe palmata</i>		○	○
<i>Lumbrineris longifolia</i>	●	●	●
<i>Haploscoloplos elongatus</i>		○	●
<i>Polydora flava</i> o.	○	●	●
<i>Spiophanes bombyx</i>		●	●
<i>Spiophanes kroyeri</i>	○	●	●
<i>Apoprionospio dayi</i>		●	●
<i>Paraprionospio pinnata</i>	●	●	●
<i>Prionospio ehlersi</i>	●	●	●
<i>Prionospio krusadensis</i>			●
<i>Prionospio fallax</i>	○	○	●
<i>Aricidea neosuecica</i> n.		○	●
<i>Magelona</i> sp. A		○	●
<i>Magelona japonica</i>	○	●	●
<i>Magelona</i> sp. B		●	●
<i>Chaetozone</i> sp. A		○	●
<i>Tharyx</i> sp. A	●		
<i>Telepsavus costarum</i>	○	●	○
<i>Sternaspis scutata</i>		○	●
<i>Mediomastus</i> sp.	○	●	●
<i>Notomastus</i> sp.	●	●	●
<i>Capitellidae</i> gen. sp.		○	●
<i>Euclymene</i> sp.			●
<i>Maldane sarsi</i>			○
<i>Myriochele oculata</i>			●
<i>Terebellides stroemi</i>	○	●	●
<i>Chone</i> sp.		●	●
<i>Euchone limnicola</i>	○	●	●
<i>Euchone</i> sp. A		○	●

Fig. 35. Comparison of occurrence patterns of some polychaete species among 3 inner bays surveyed. Solid circle indicates the frequently occurring species which were present on the stations more than 20 per cent of the whole surveyed stations, or showed the numerical density more than 100 individuals per m² of one or more stations. Open circle indicates the species occurring otherwise.

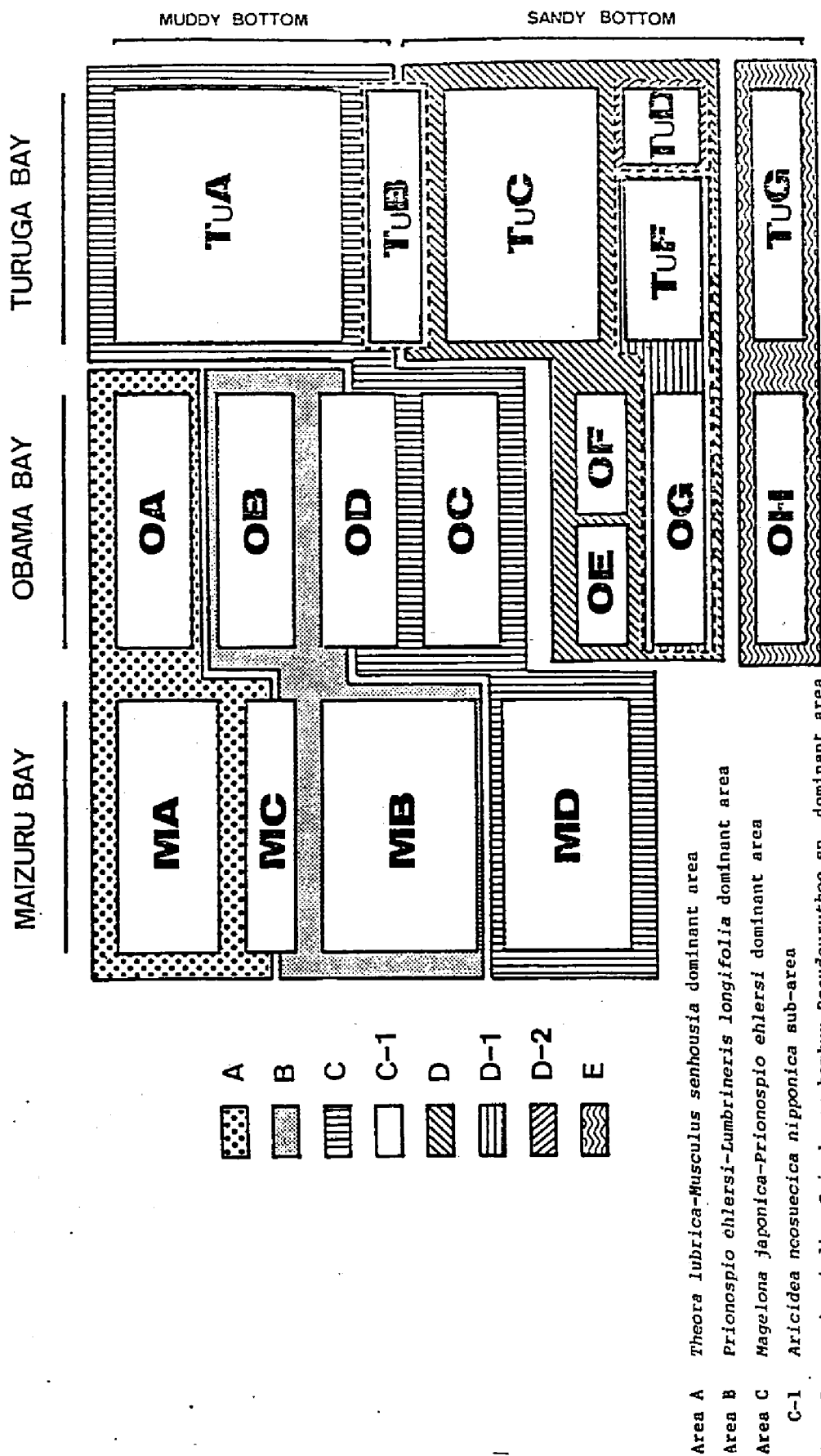


Fig. 36. Schematic illustration showing the relationships among various sub-areas within 3 inner bays.

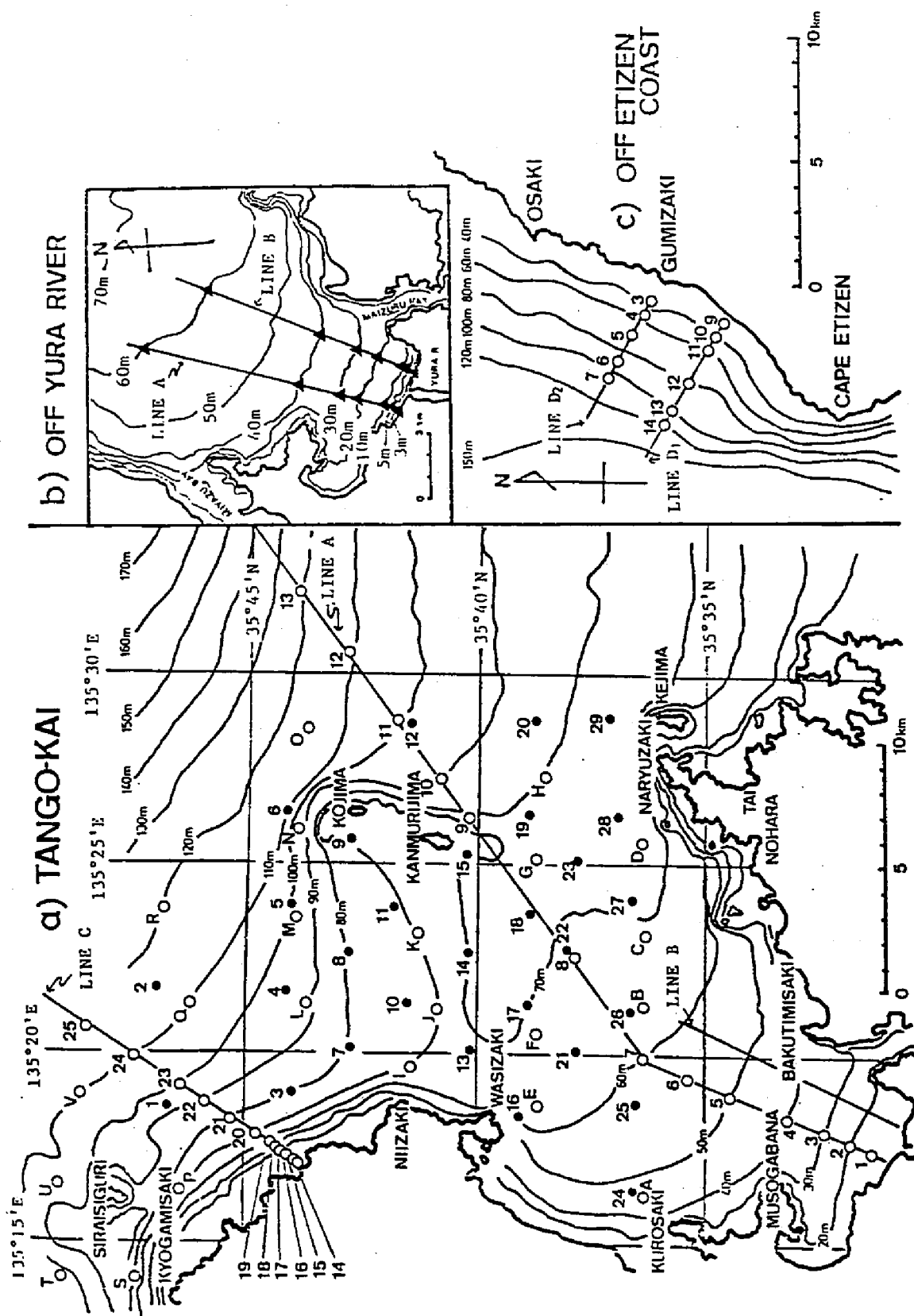


Fig. 37. Sampling stations in Wakasa Bay with depth contour in meter. Symbols are as follows: Solid triangles show the stations surveyed from April 1973 to April 1976 except those on the line B which were surveyed from 1973 to 1974. Solid circles show the stations surveyed in 1976. Open circles show the stations surveyed in 1978.

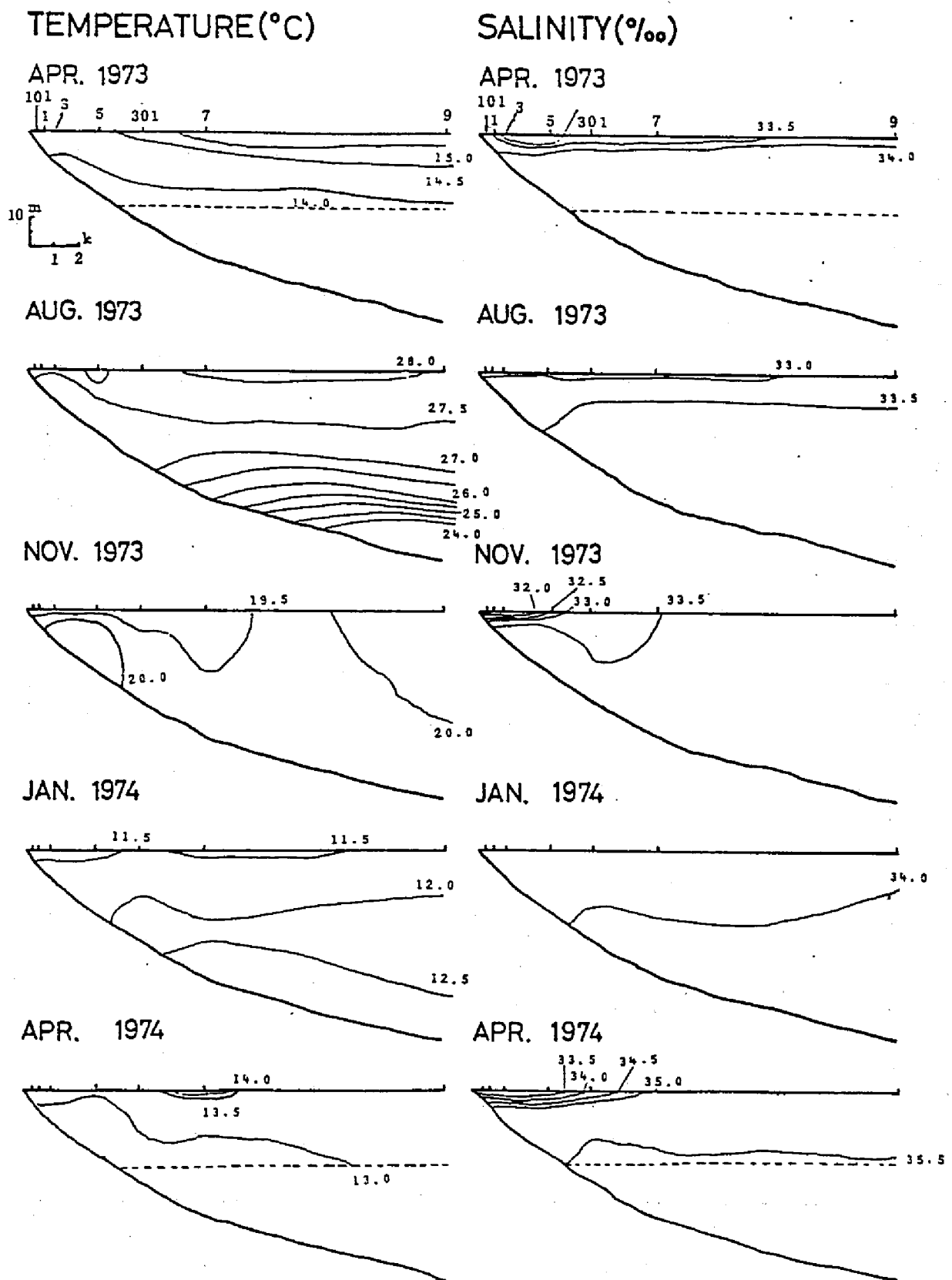


Fig. 38. Seasonal profiles of temperature and salinity along line A in the coastal area of Tango-kai (the westernmost part of Wakasa Bay). Cross section shows the distance from the shore horizontally and the depth vertically. Observations were not carried out below 25 m deep (broken line) in April, 1973 and 1974.

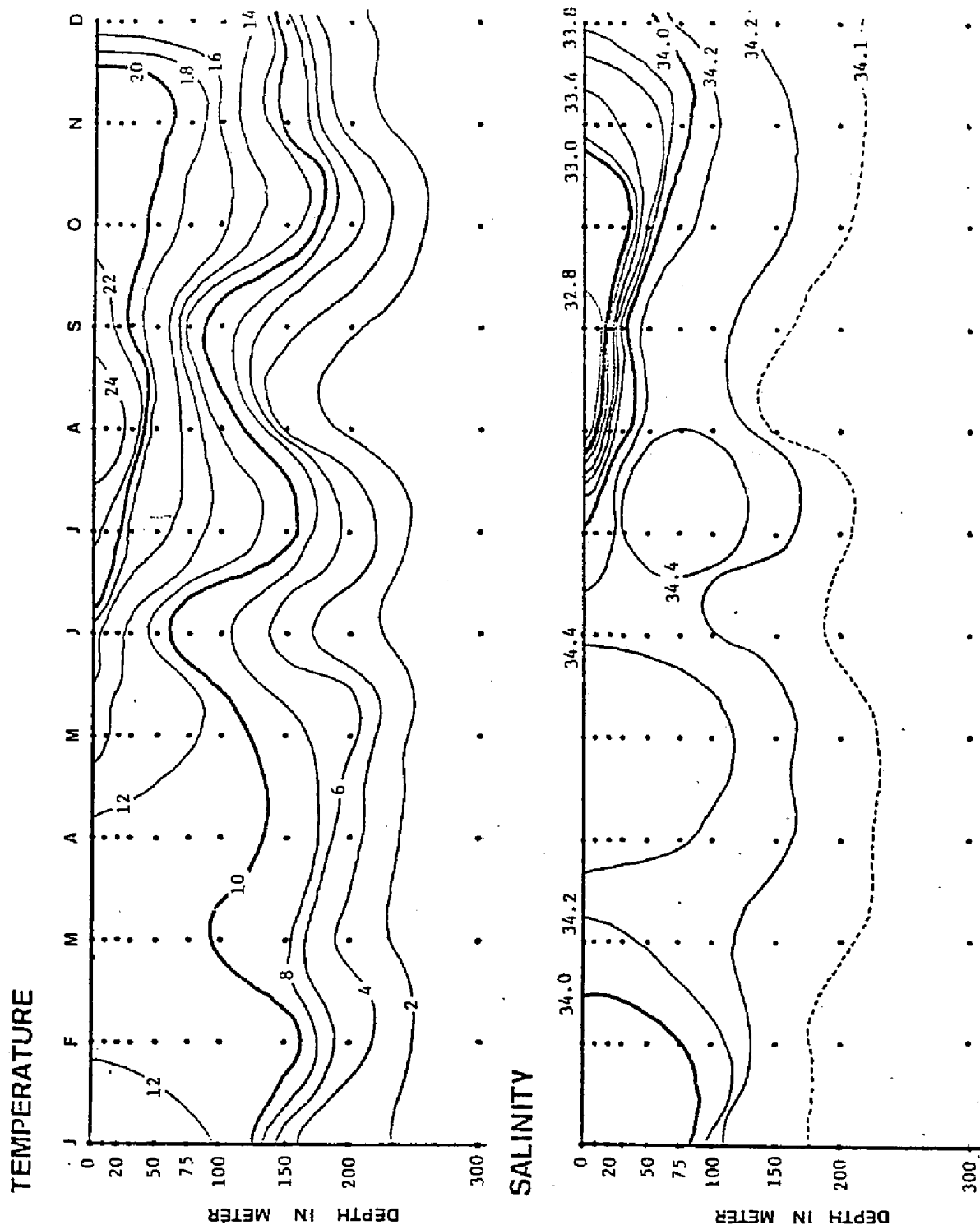


Fig. 39. Seasonal variation on the vertical distribution of temperature(a) and salinity(b) at fixed station for the routine oceanographical observations off Wakasa Bay (St. 4, Kyoto Institute of Oceanic and fishery Science). Drawn from FISHERIES AGENCY OF JAPAN(1974, 1975).

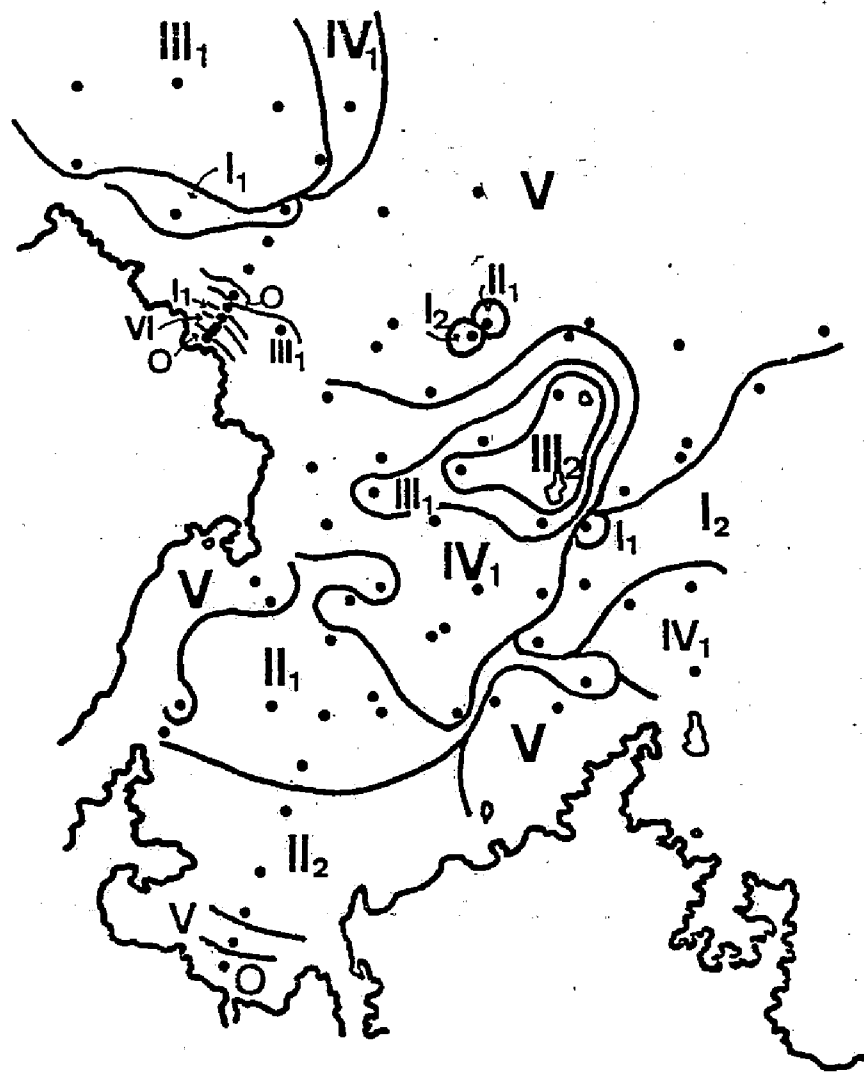


Fig. 40. Distribution of various sediment types in Tango-kai.

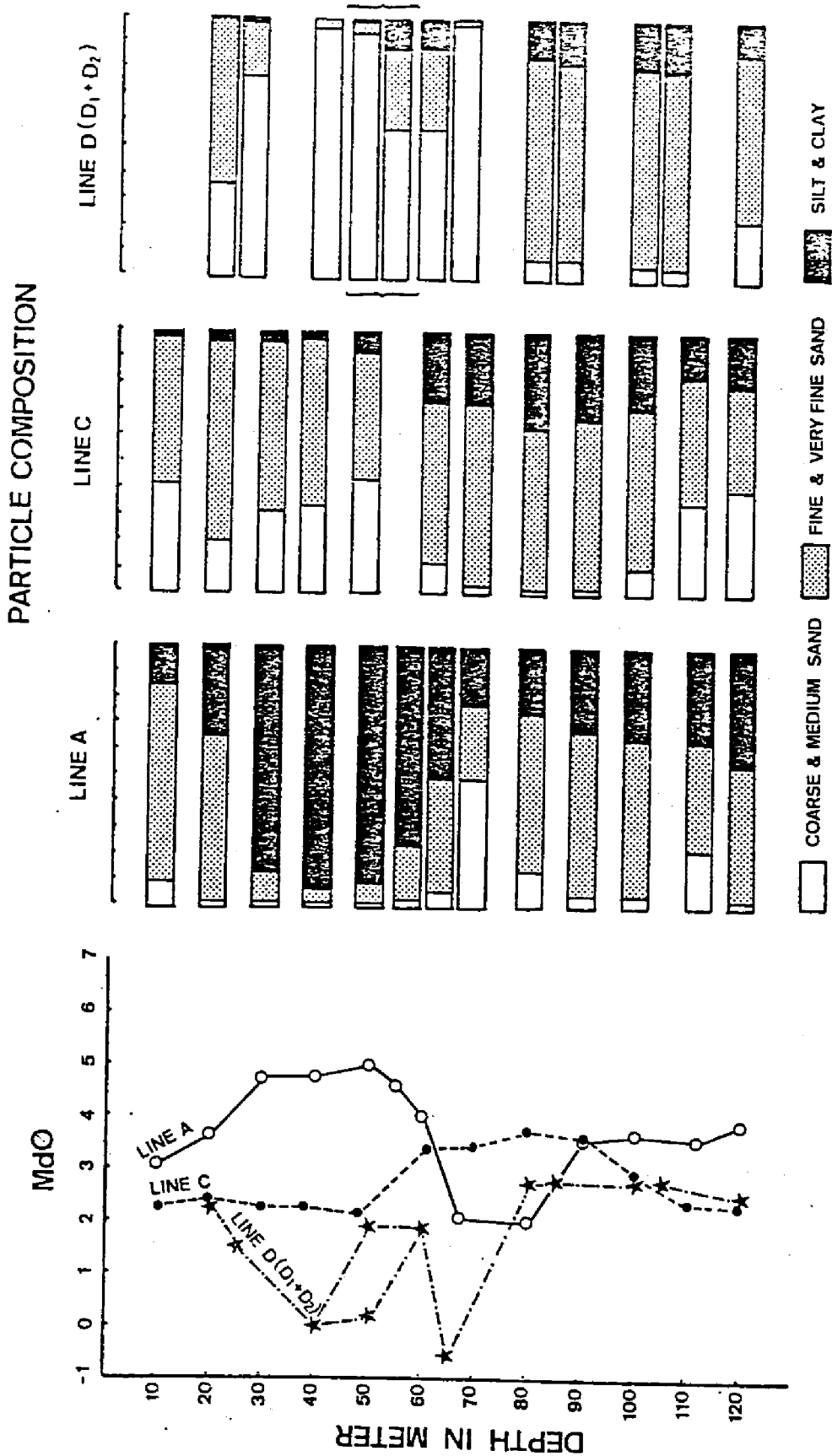


Fig. 41. Changing patterns of MdØ and particle composition of the sediments of the survey stations along line A, C and D(D₁+D₂) as depth increases.

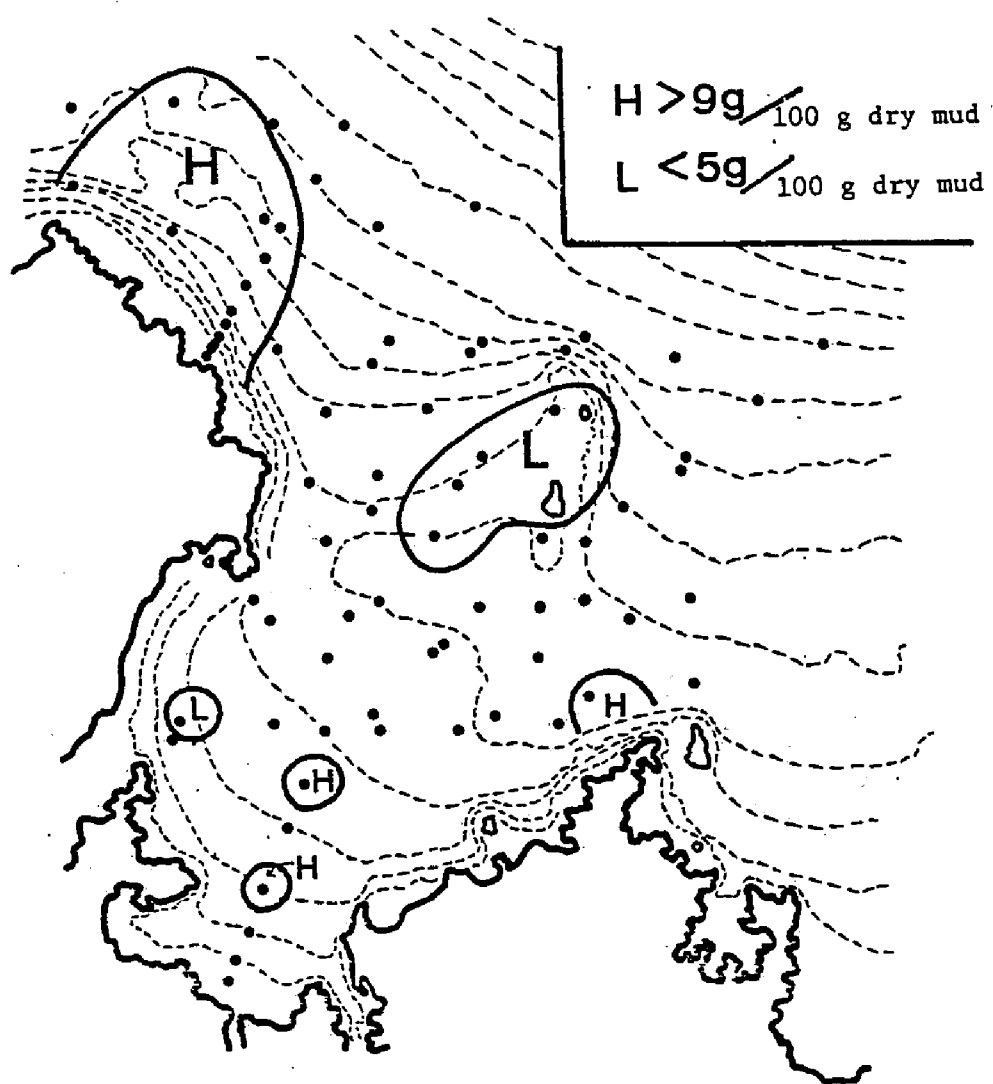


Fig. 42. Distribution of ignition loss value in Tango-kai.

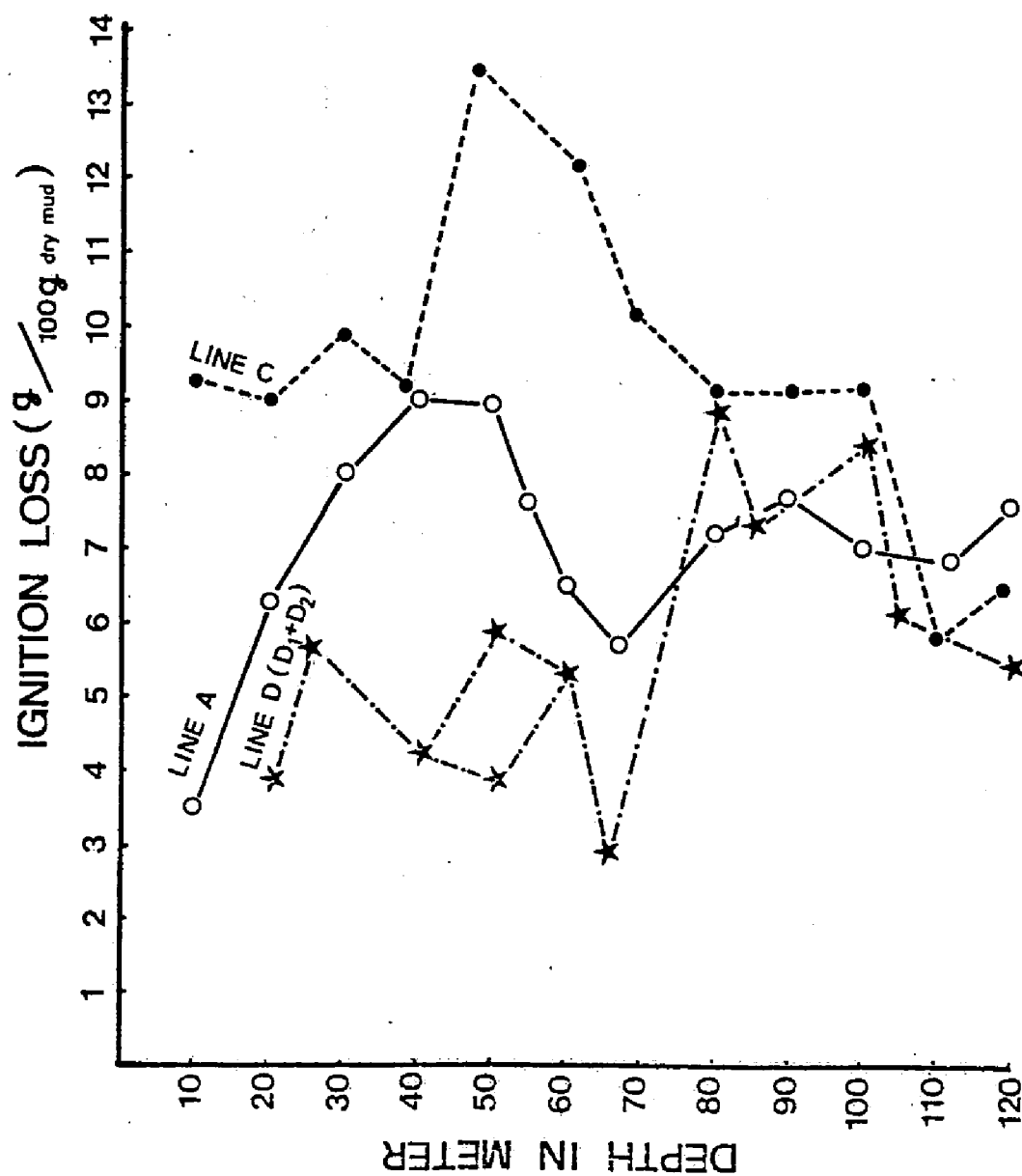


Fig. 43. Changing patterns of ignition loss of the sediments of the survey stations along line A, C and D(D₁+D₂).

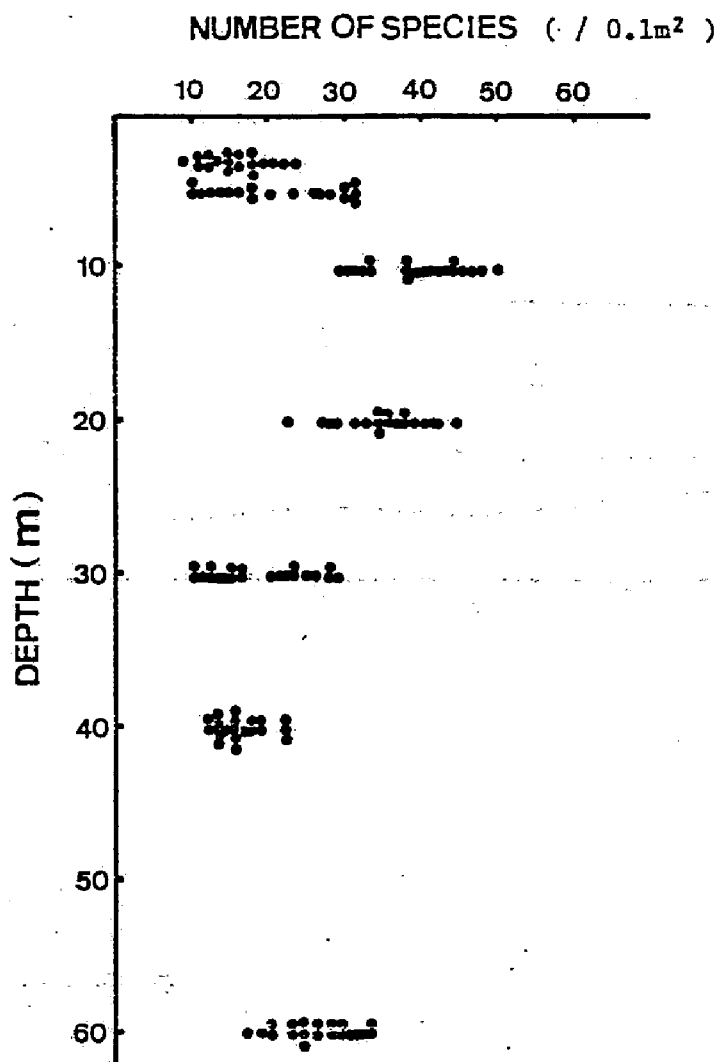


Fig. 44. Changing patterns of number of species as depth increases in the coastal area of Tango-kai.

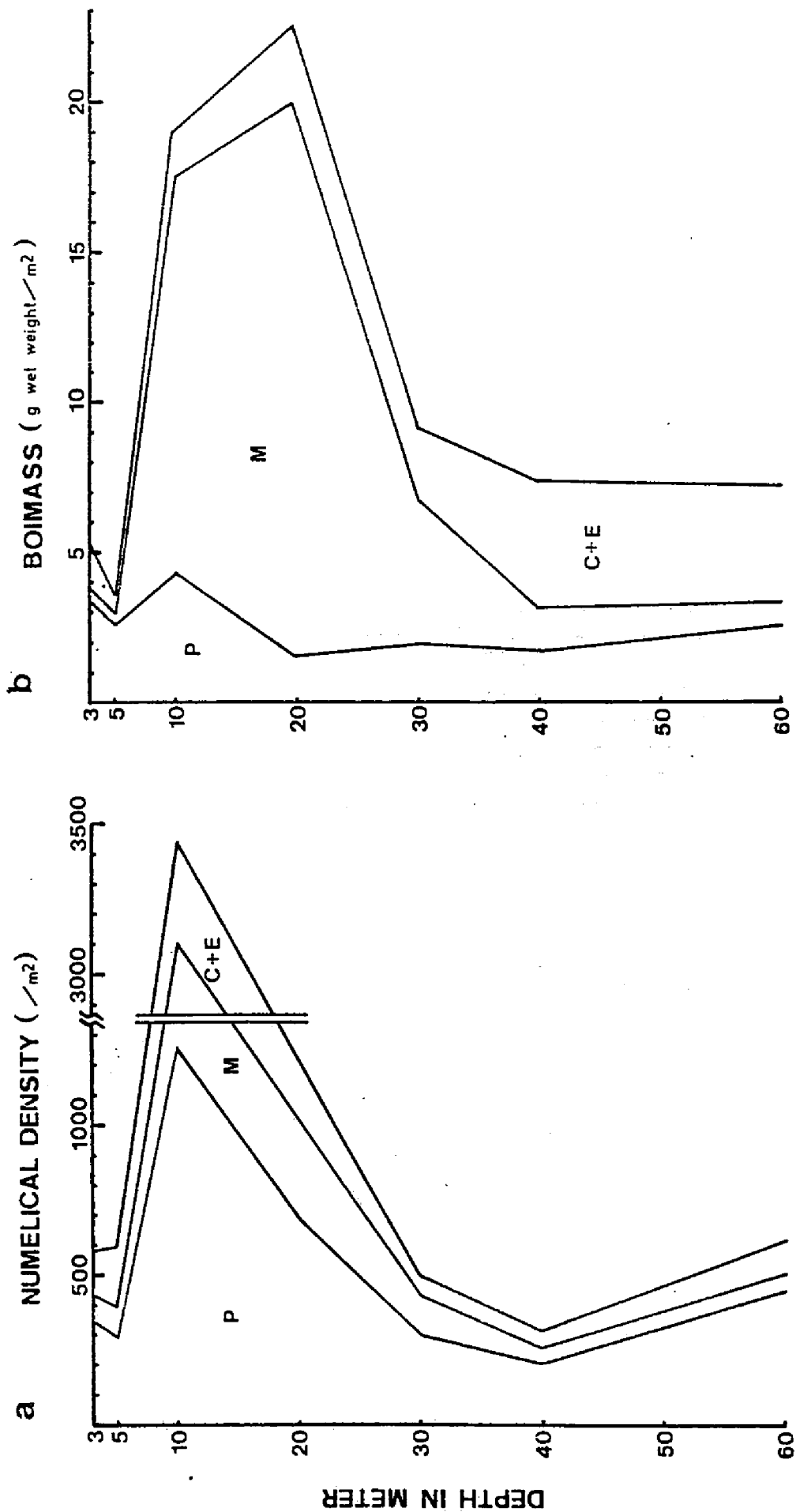


Fig. 45. Changing patterns of numerical density(a) and biomass(b) as depth increases in the coastal area of Tango-kai. P: Polychaeta, M: Mollusca, C: Crustacea, E: Echinodermata.

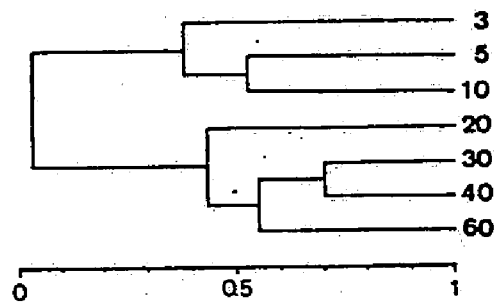


Fig. 46. Dendrogram using MORISITA's C_λ index of similarity among 7 depth zones in the coastal area of Tango-kai.

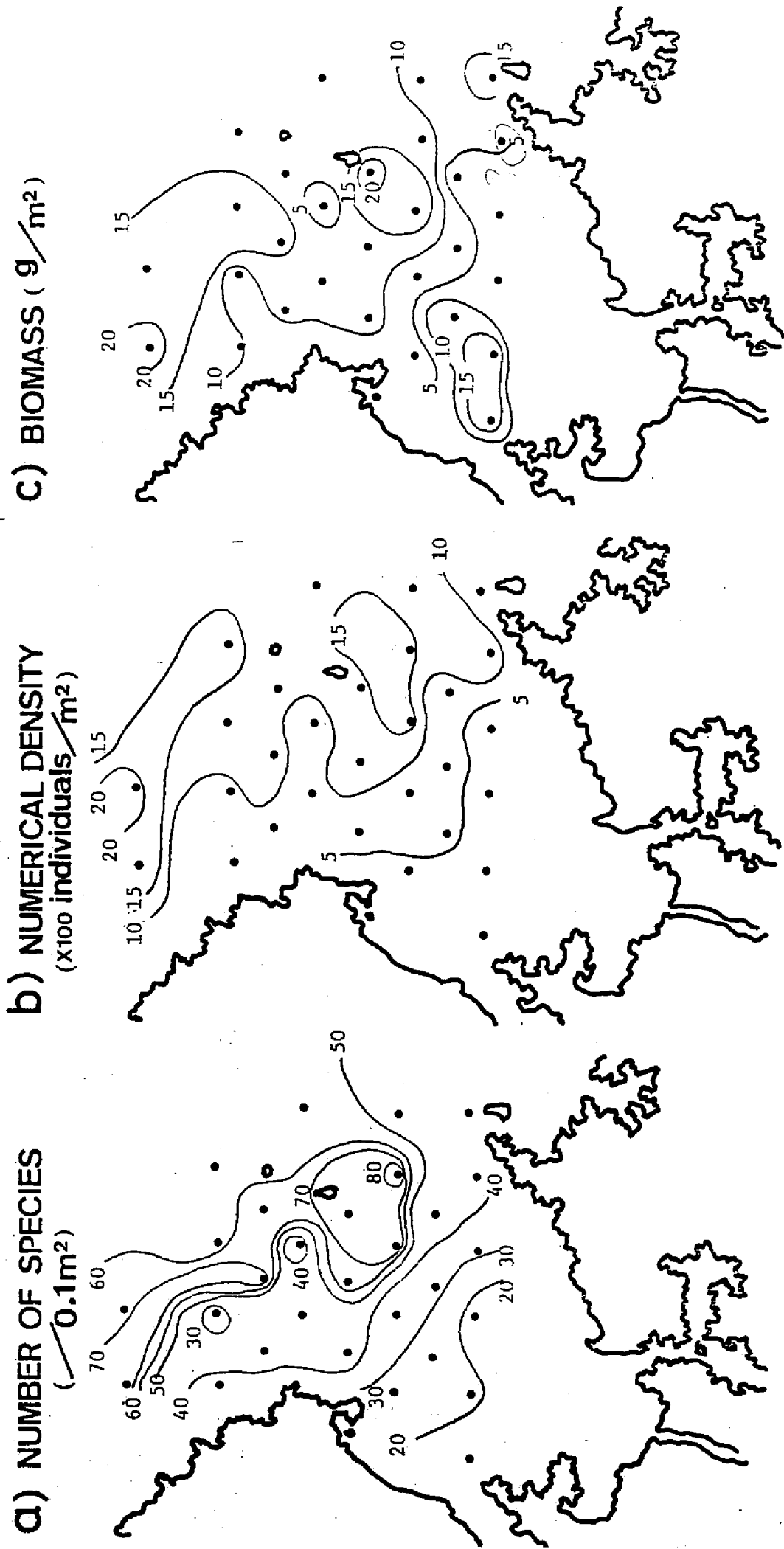


Fig. 47. Isopleths of number of species(a), numerical density(b) and biomass(c) in Tango-kai.

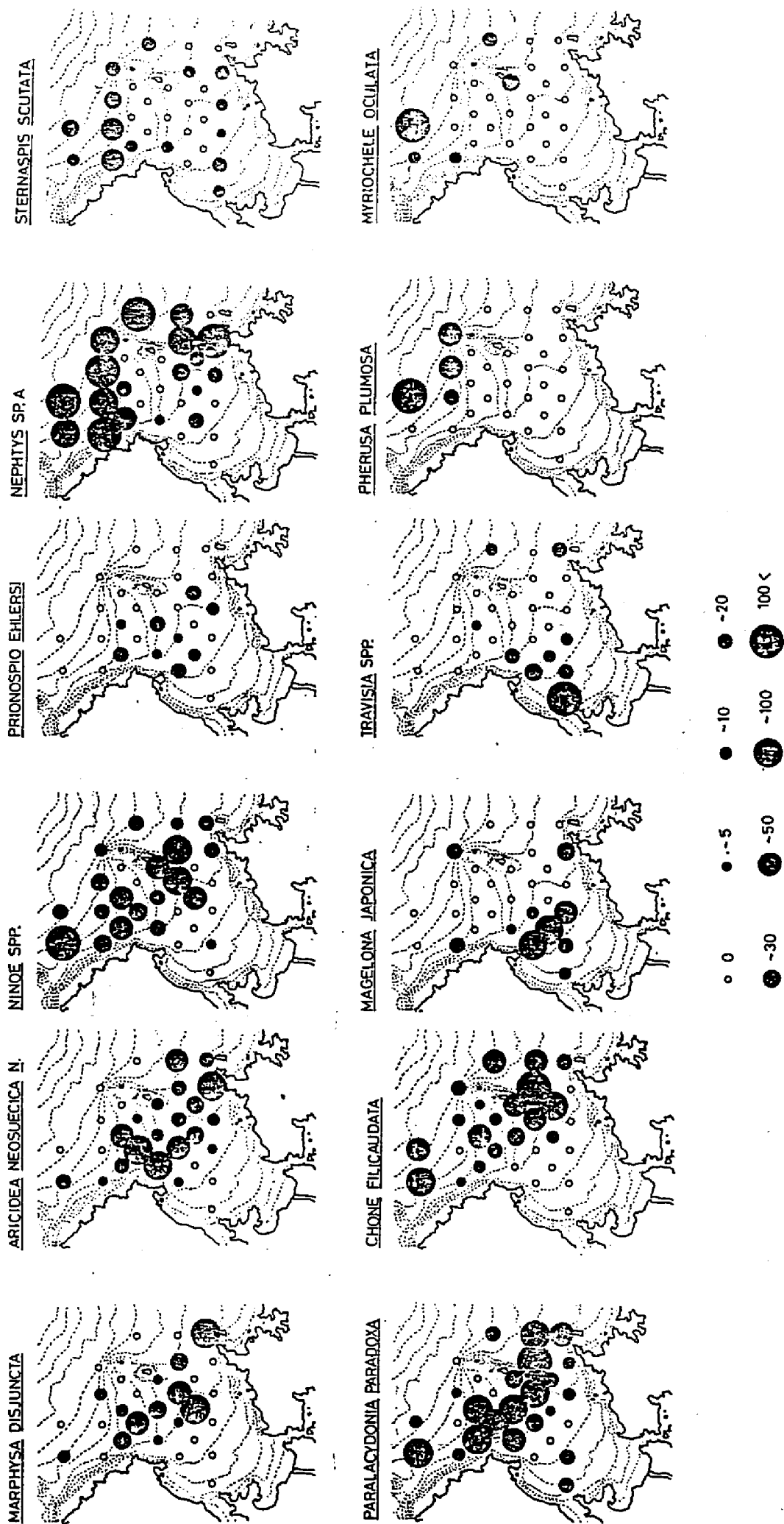


Fig. 48. Distribution of some dominant polychaete species common in Tango-kai.

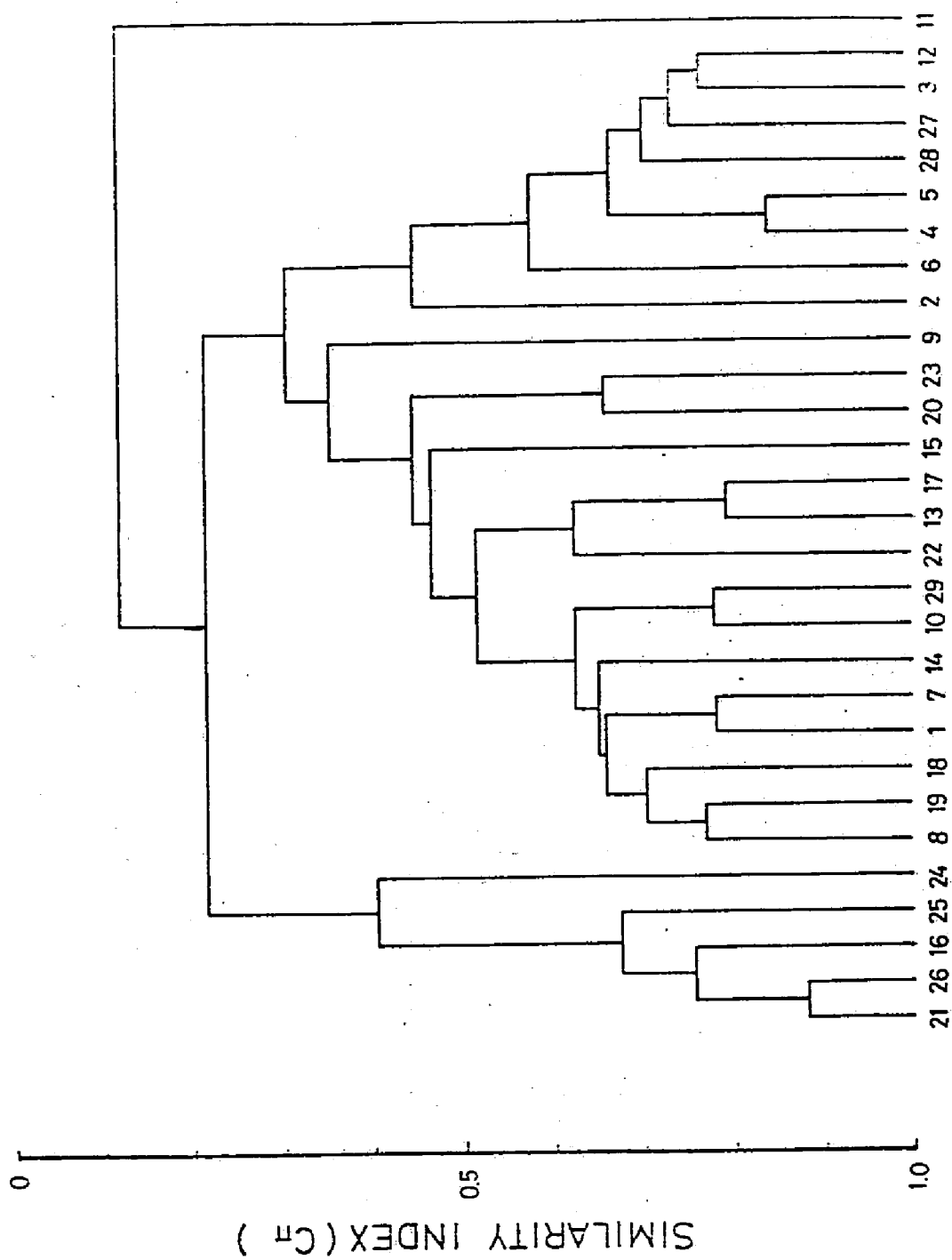


Fig. 49. Dendrogram using KIMOTO's $C\pi$ index of similarity based on all polychaete species occurring in Tango-kai.

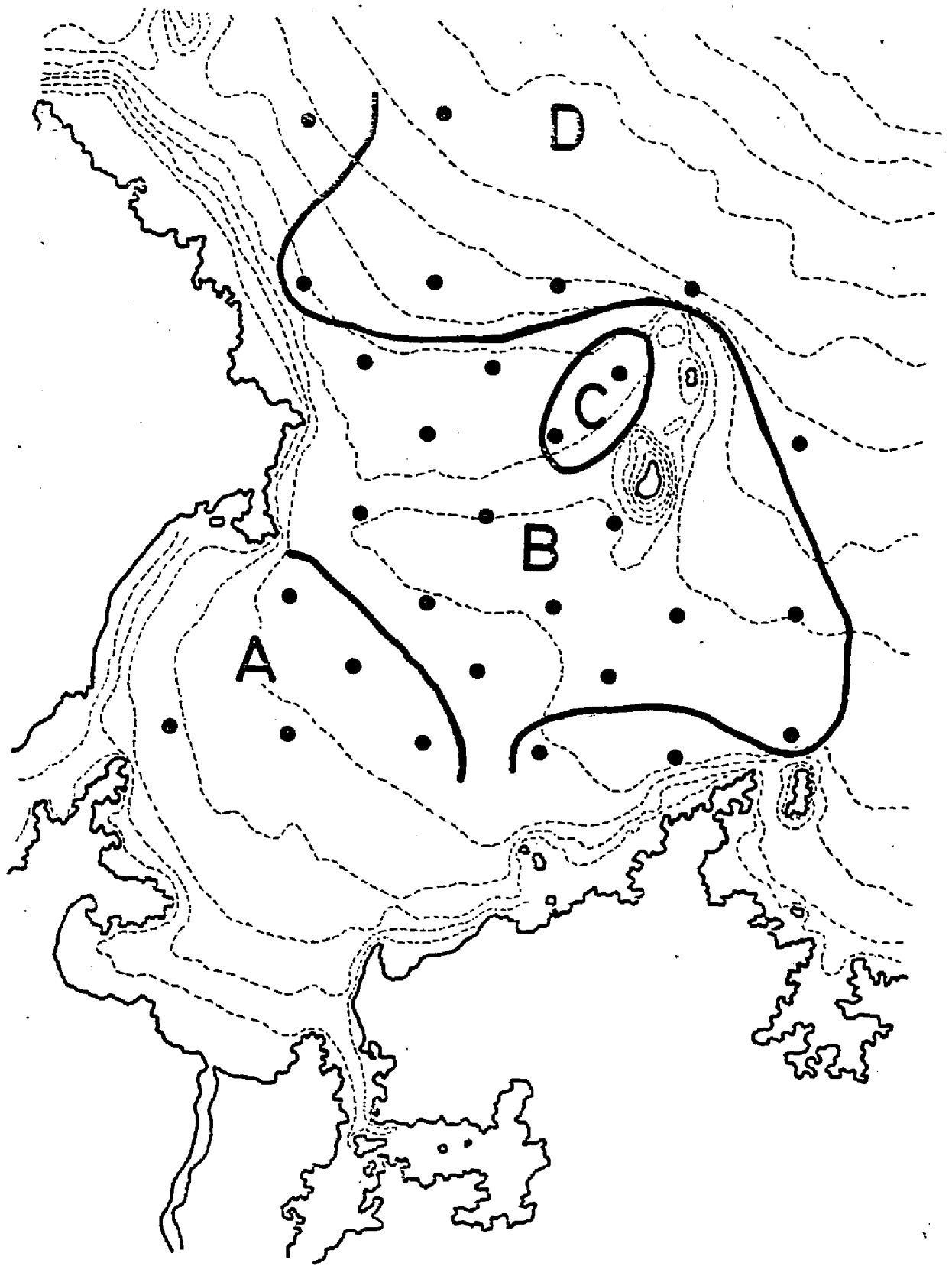


Fig. 50. Division of Tango-kai area based on the previous dendrogram(Fig. 49).

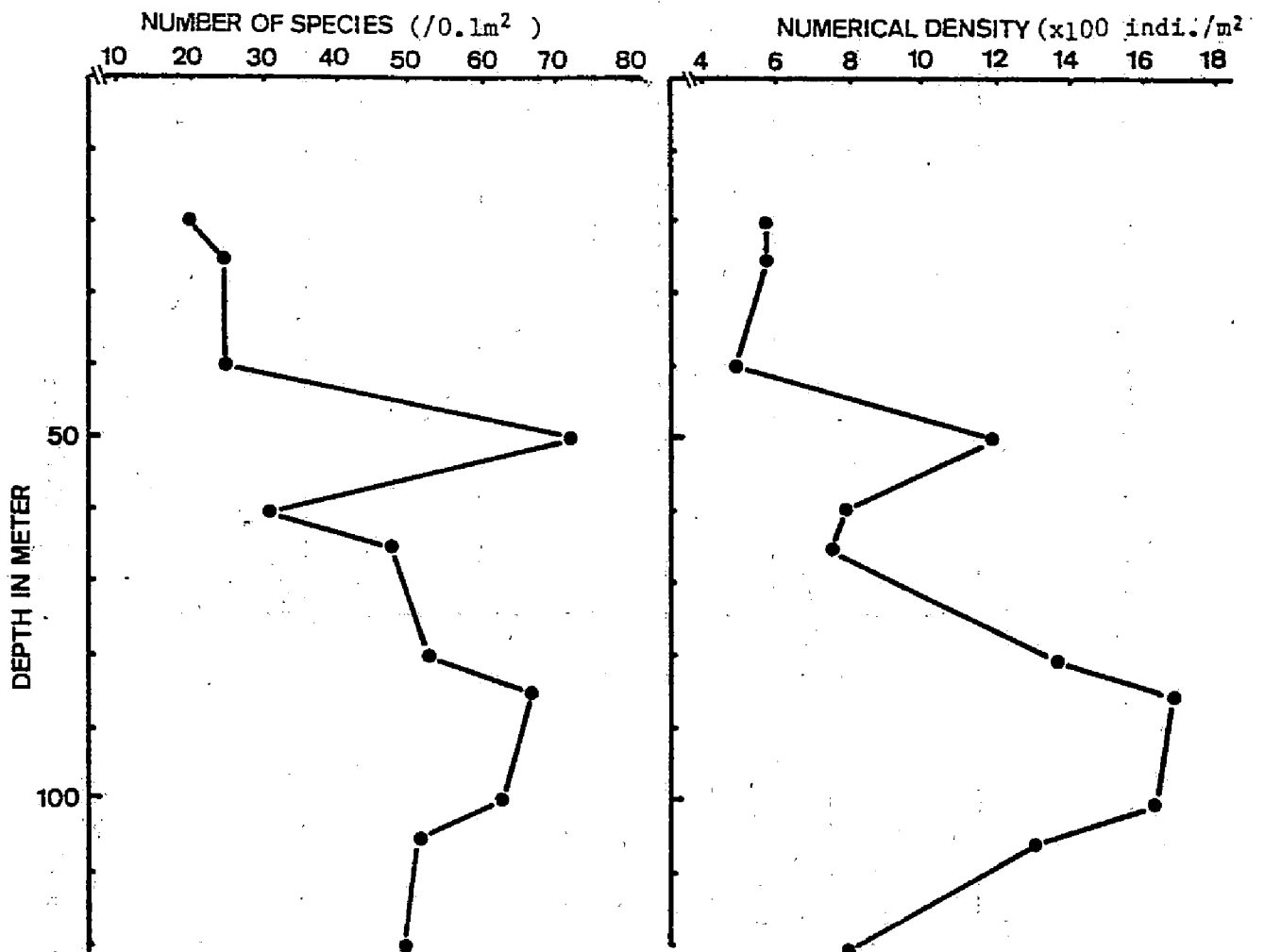


Fig. 51. Changing patterns of number of species and numerical density in the bottom as depth increases off Cape Etizen.

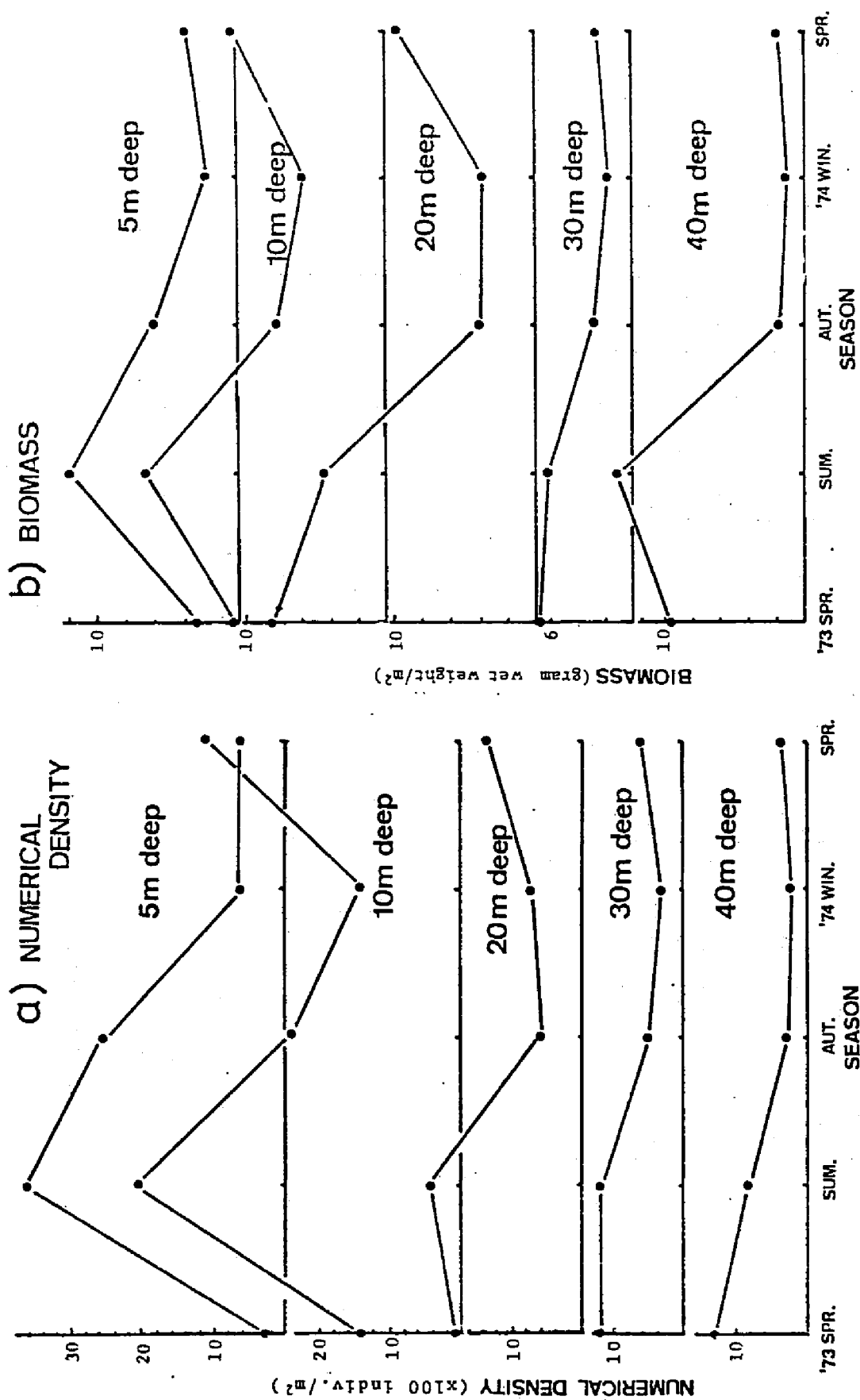


Fig. 52. Seasonal changes of numerical density(a) and biomass(b) of the 5 depth zones in the coastal area of Tango-kai.

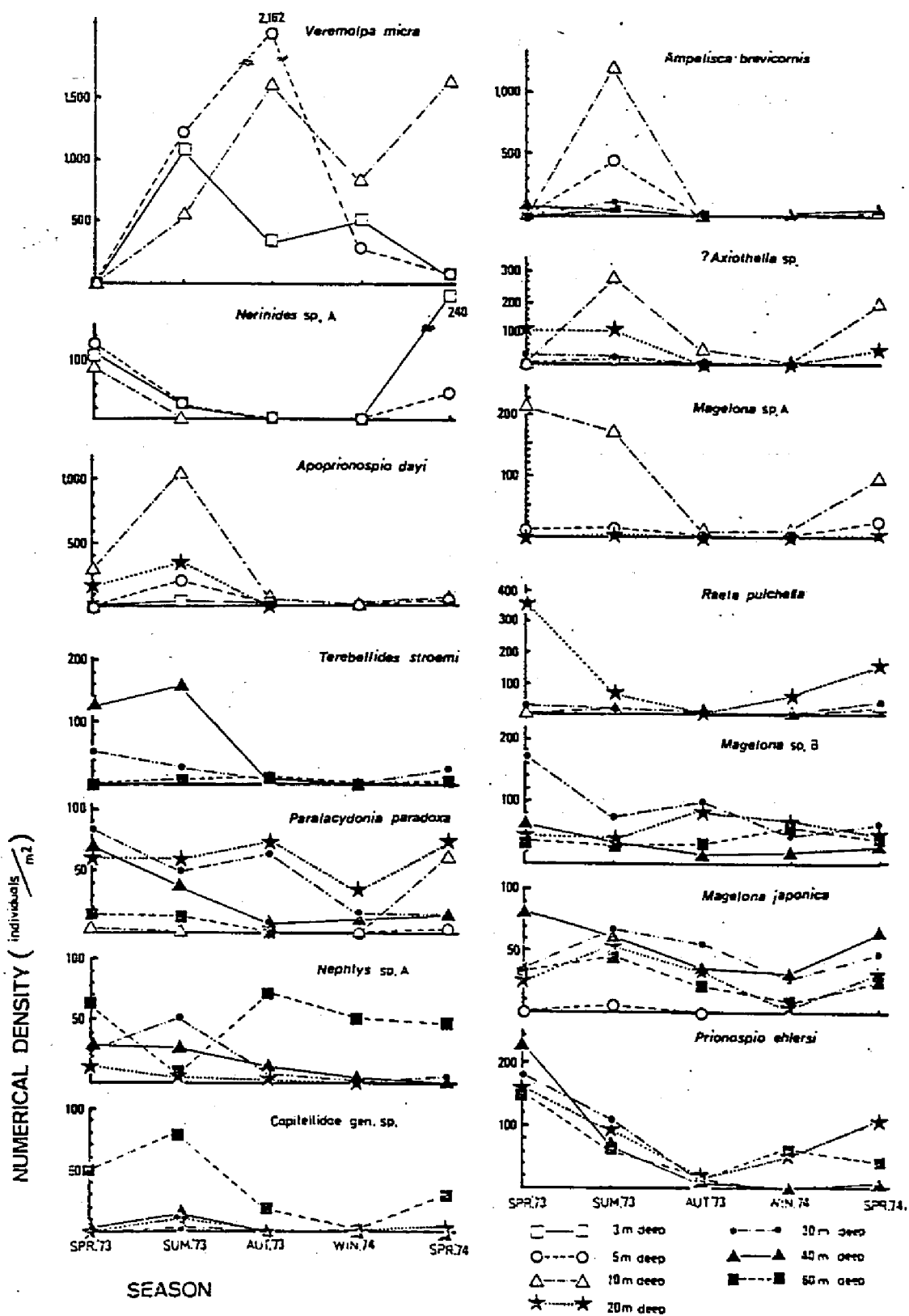


Fig. 53. Seasonal changes of some dominant species at 7 depth zones in the coastal area of Tango-kai.

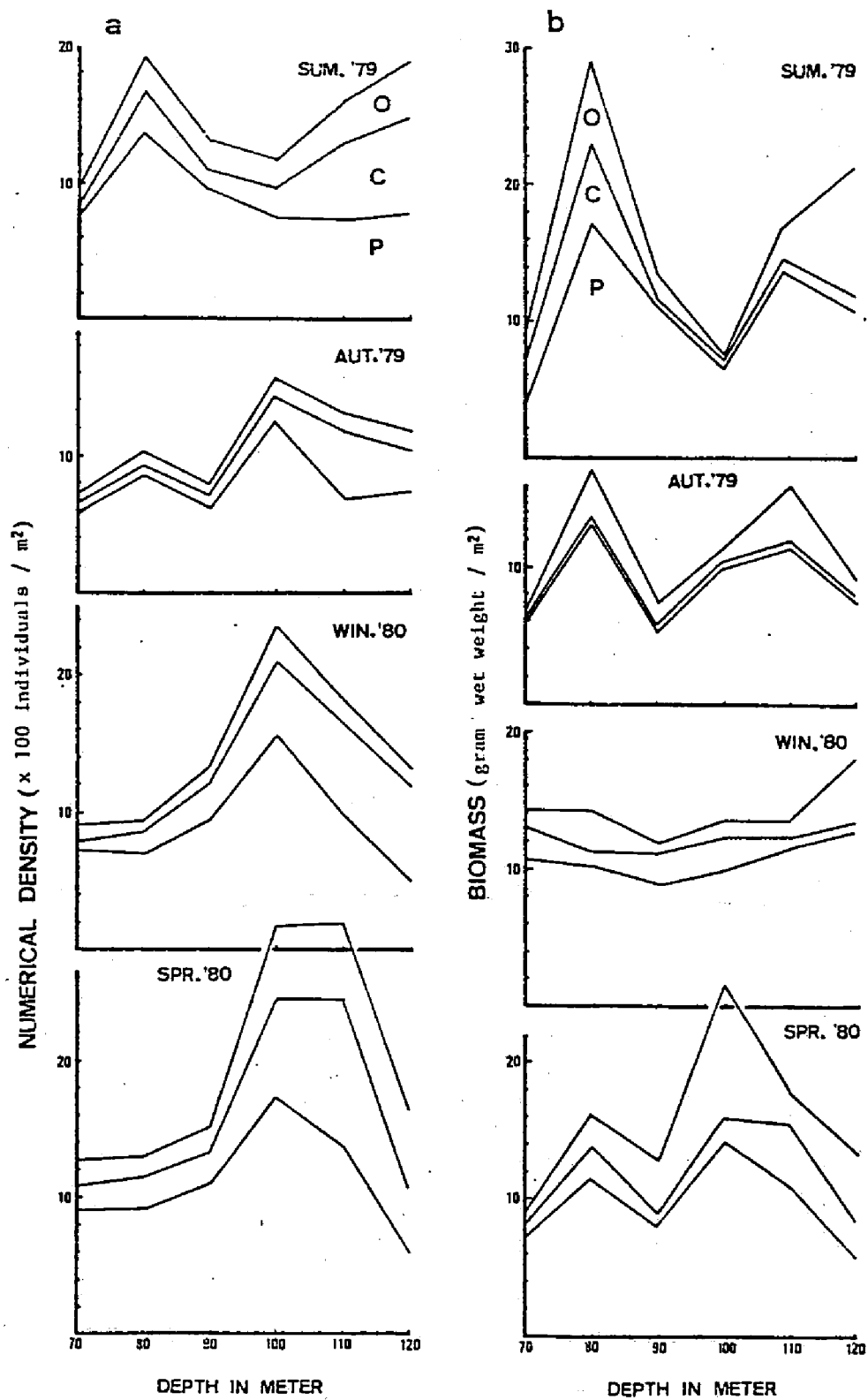


Fig. 54. Seasonal aspects of changing patterns of numerical density(a) and biomass(b) as depth increases in Tango-kai. P: Polychaeta, C: Crustacea, O: Others

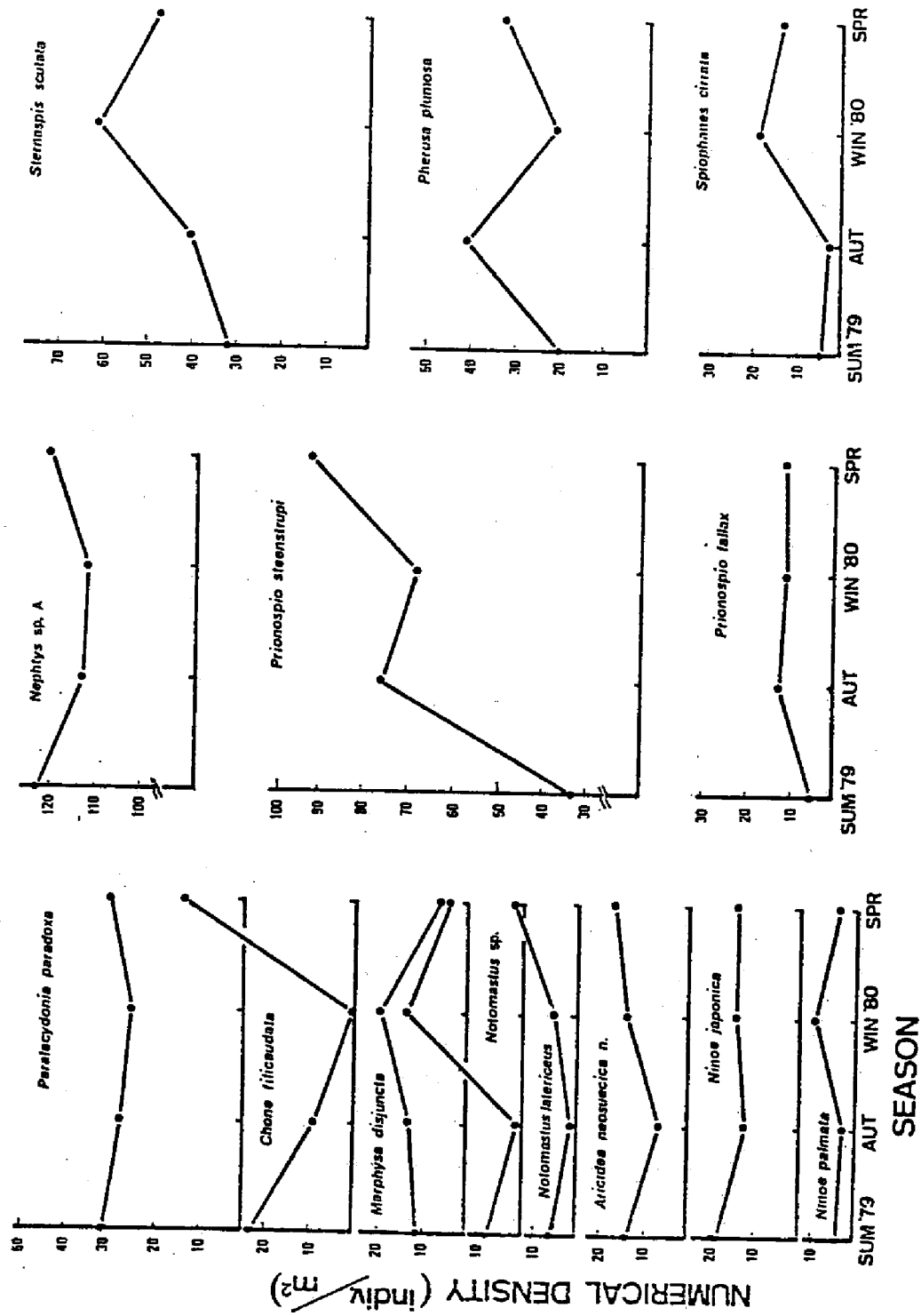


Fig. 55. Seasonal changes of numerical density of some dominant polychaete species in Tango-kai.

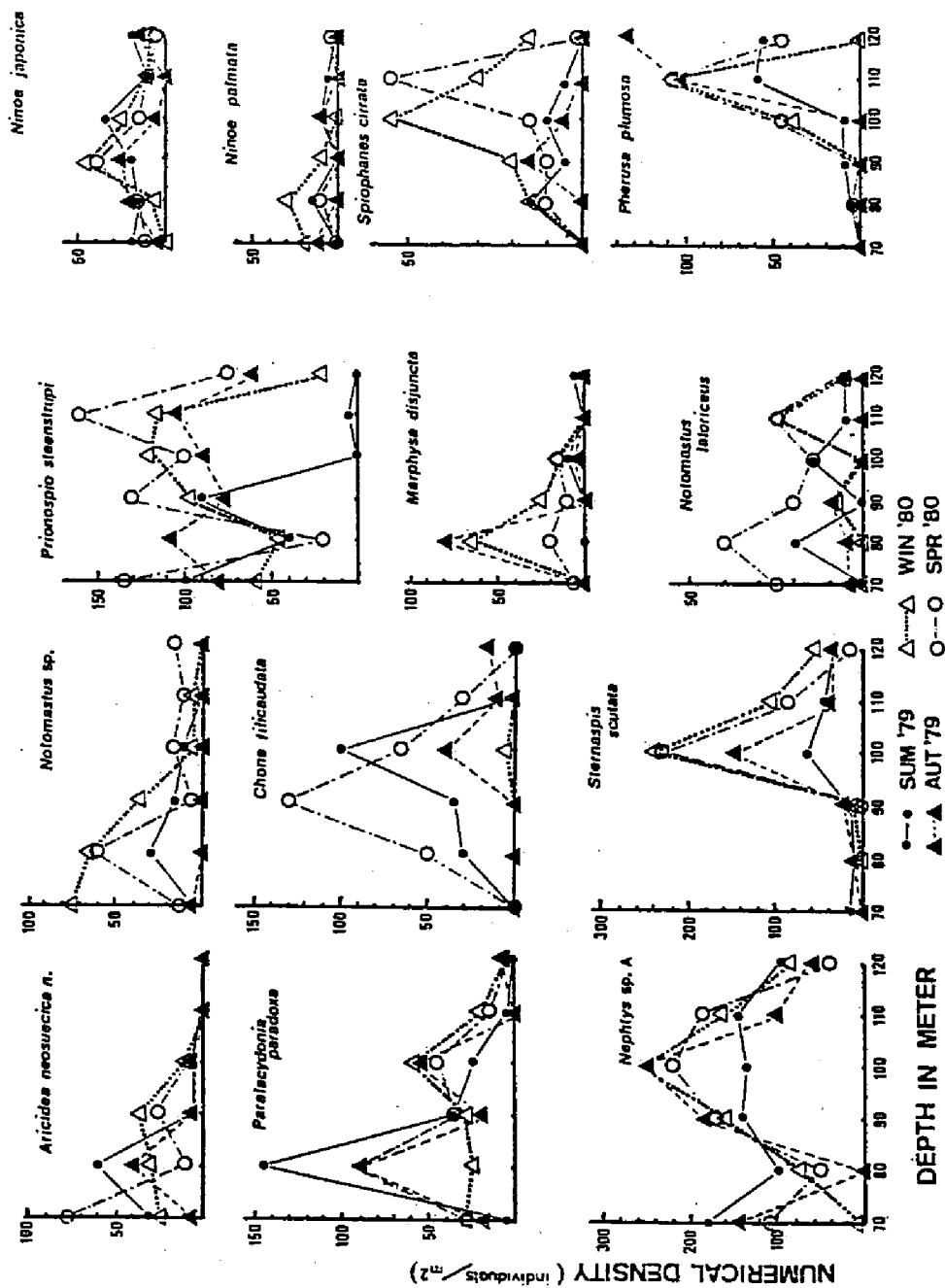


Fig. 56. Seasonal aspects of changing patterns of some dominant polychaete species as depth increases in Tango-kai.

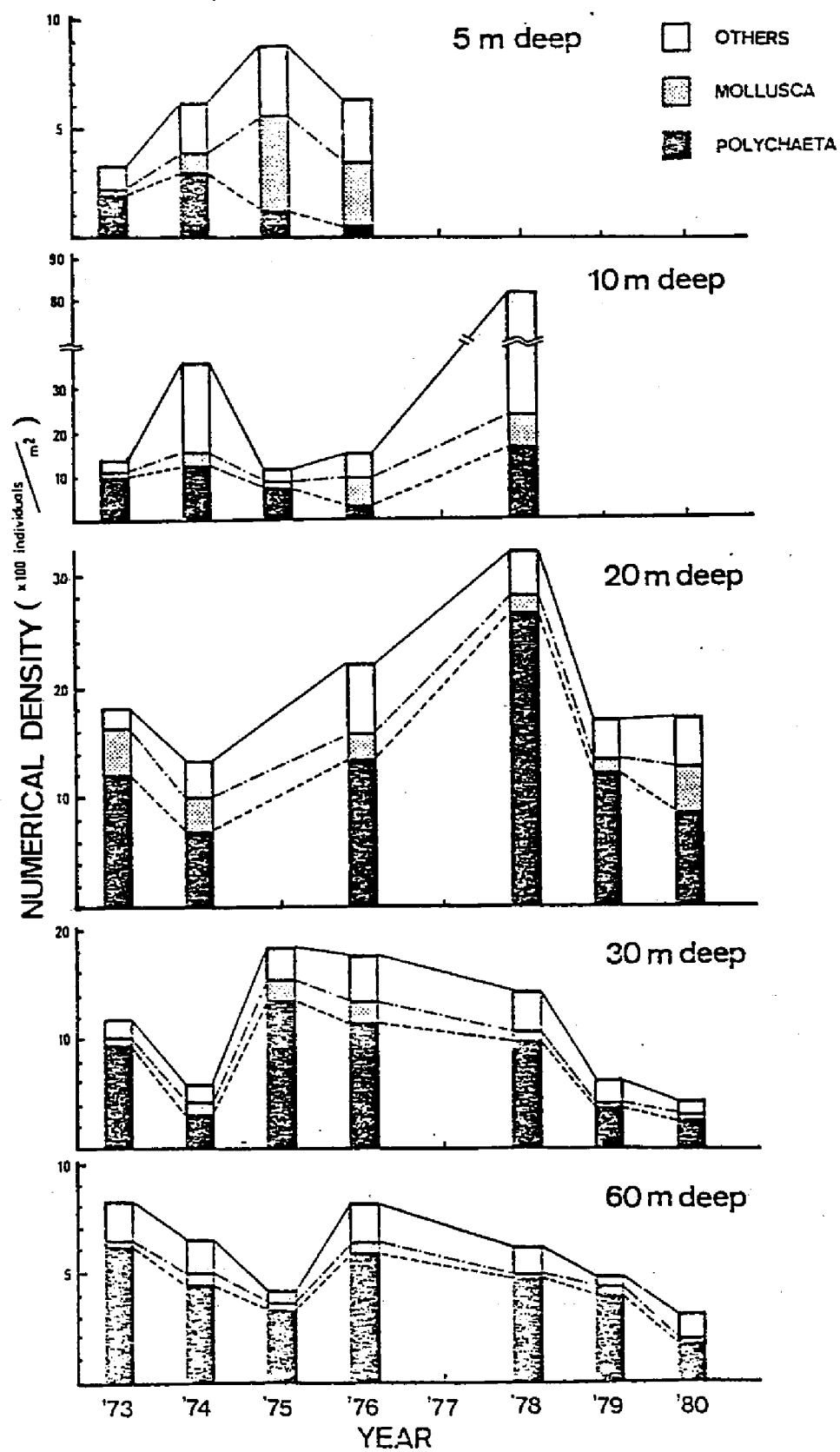


Fig. 57. Annual changes of numerical density of smaller macrobenthic animals at 5 depth zones in coastal area of Tango-kai.

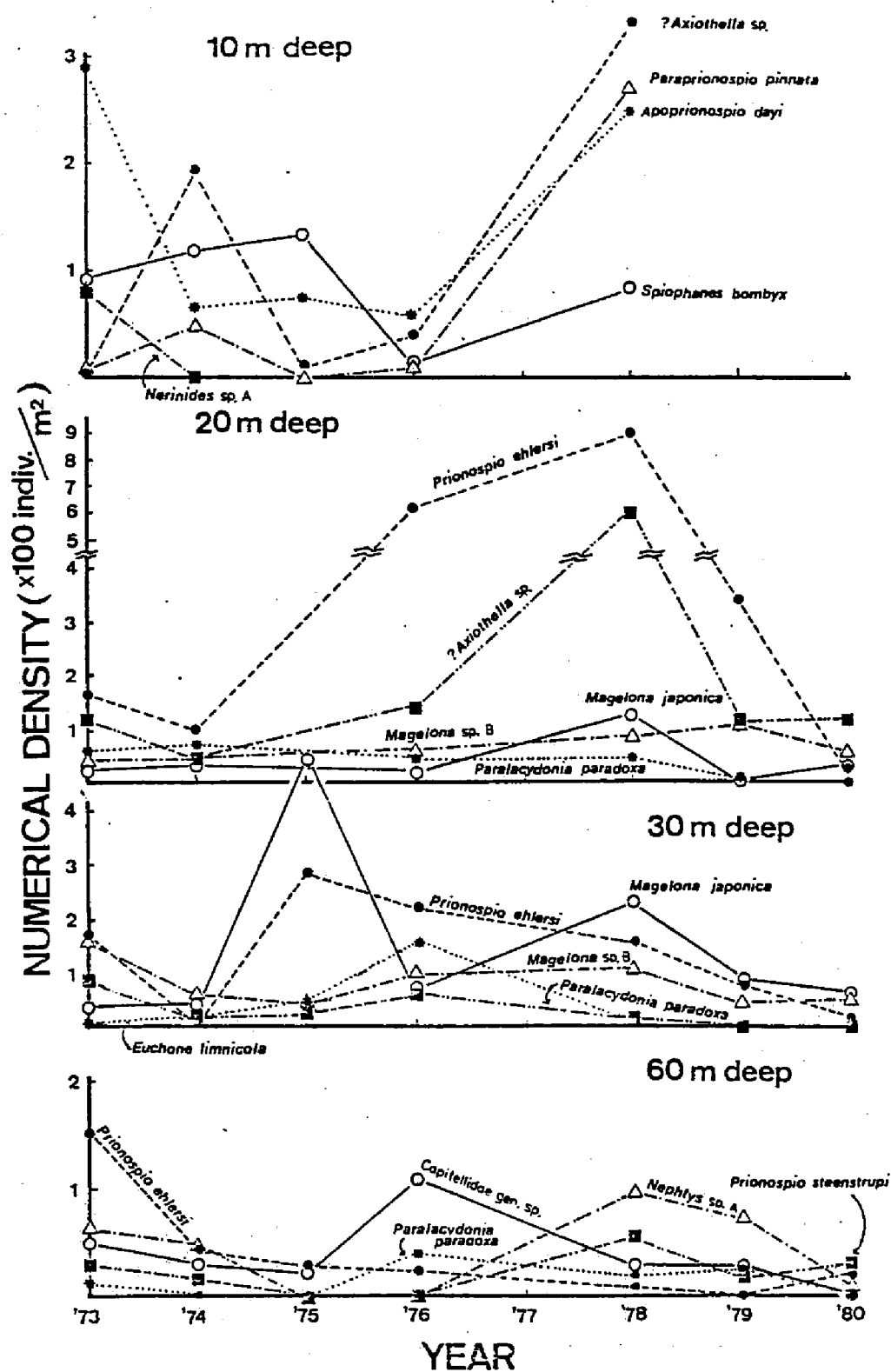


Fig. 58. Annual changes of numerical density of some dominant polychaete species at 4 depth zones in coastal area of Tango-kai.

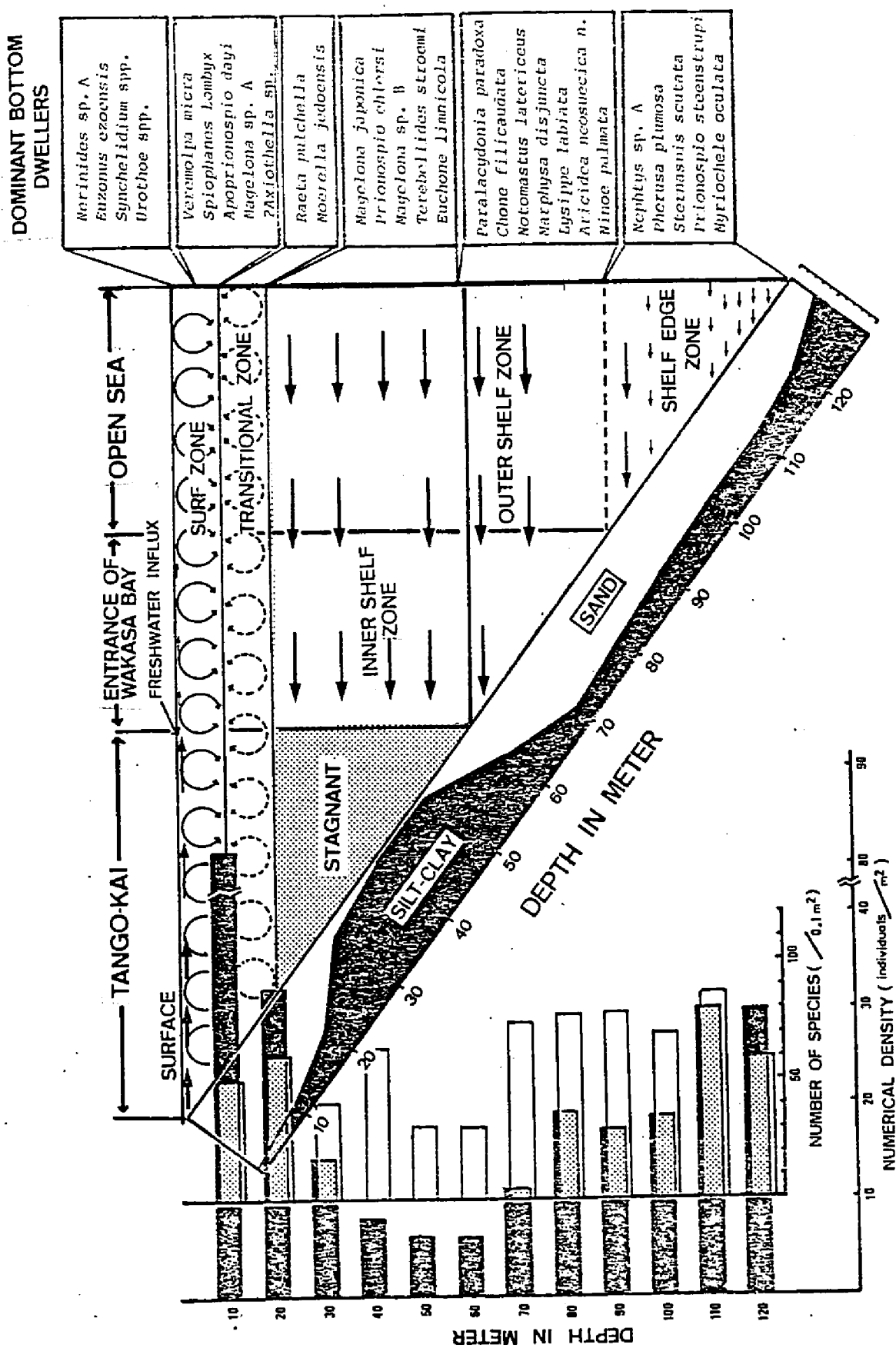


Fig. 59. Schematic illustration showing the bottom environments and the animal distribution patterns.

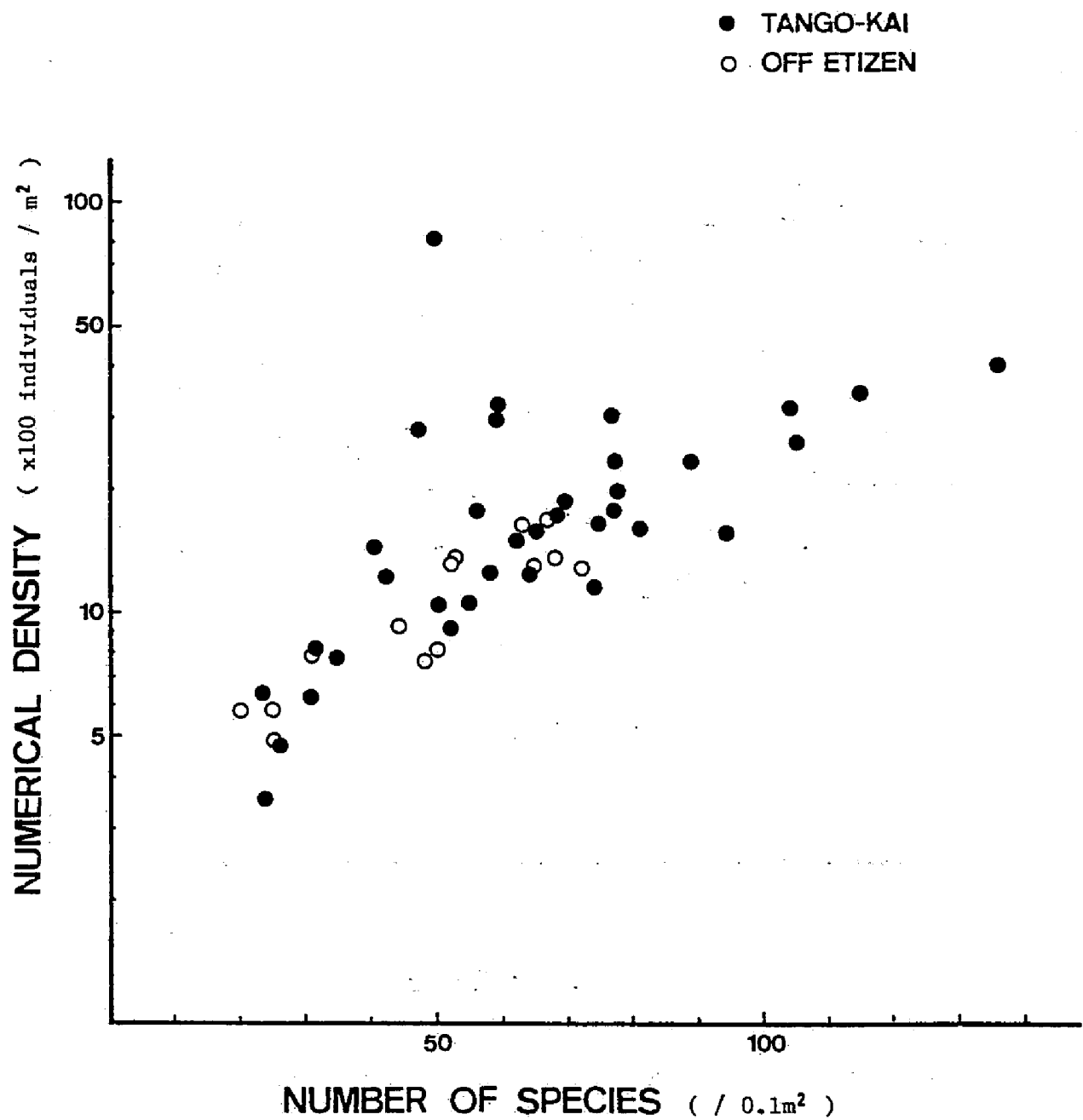


Fig. 60. Comparison of number of species and numerical density at each survey station between Tango-kai and off Cape Etizen.

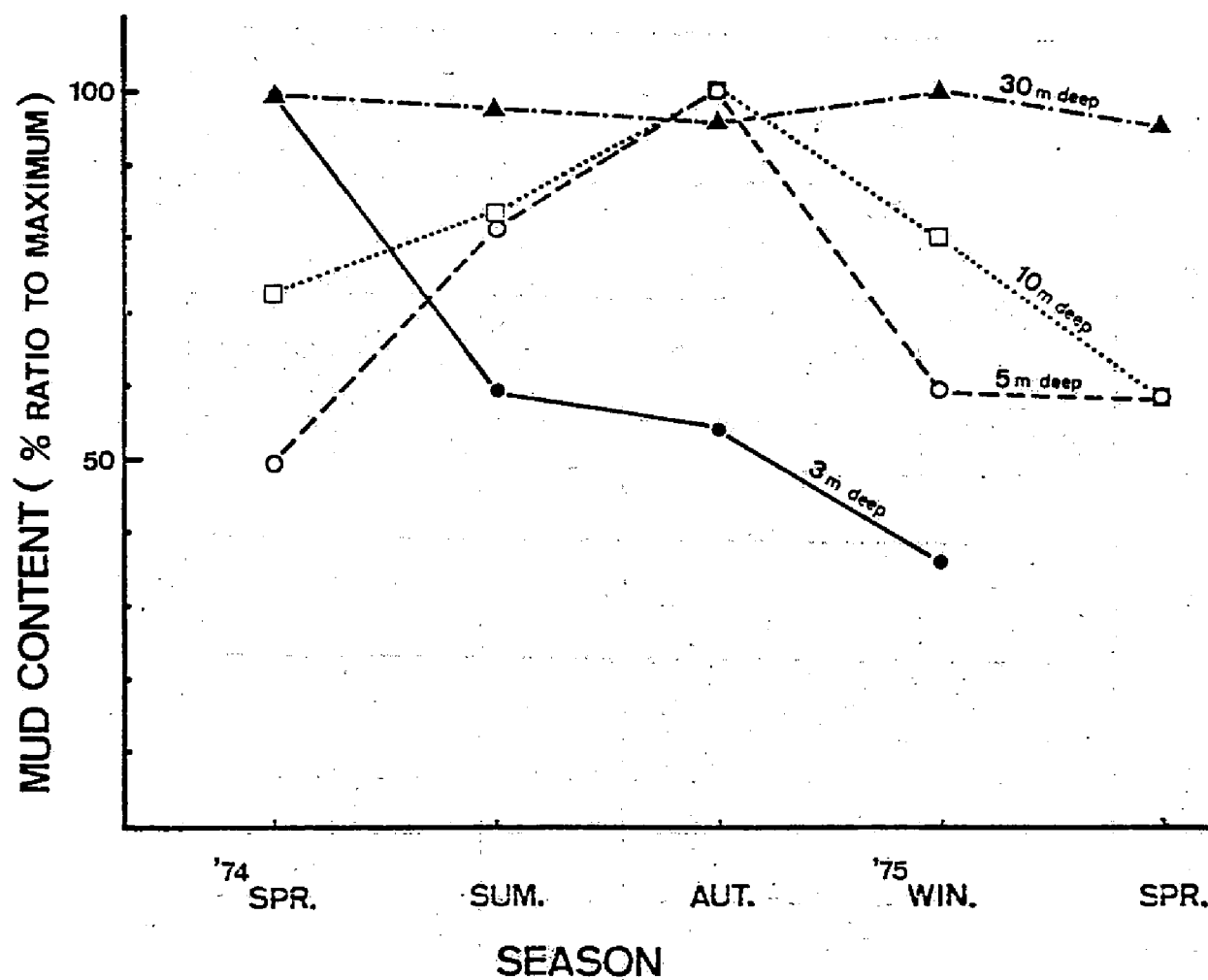


Fig. 61. Seasonal changes of mud contents of the sediments at 4 depth zones in coastal area of Tango-kai.

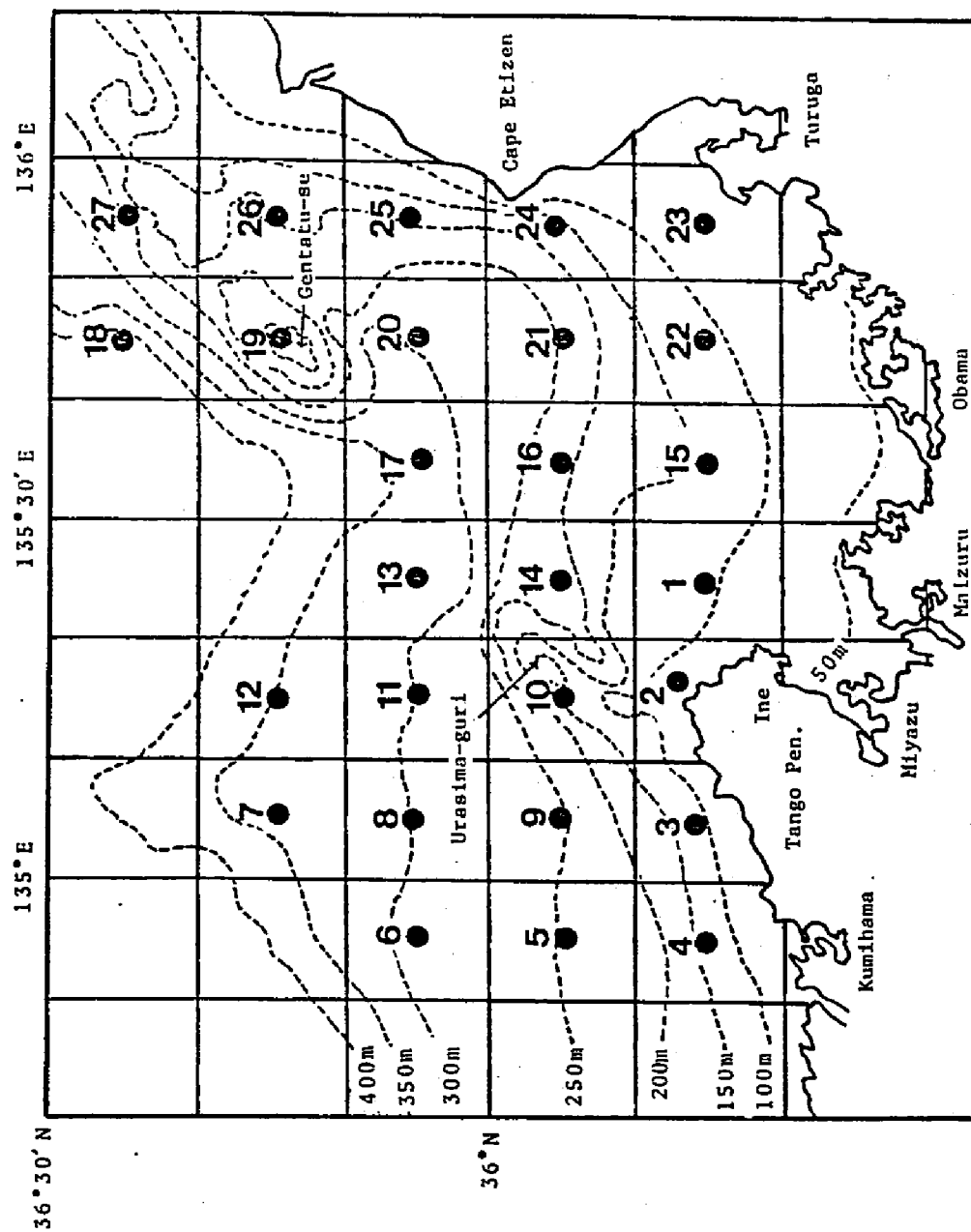
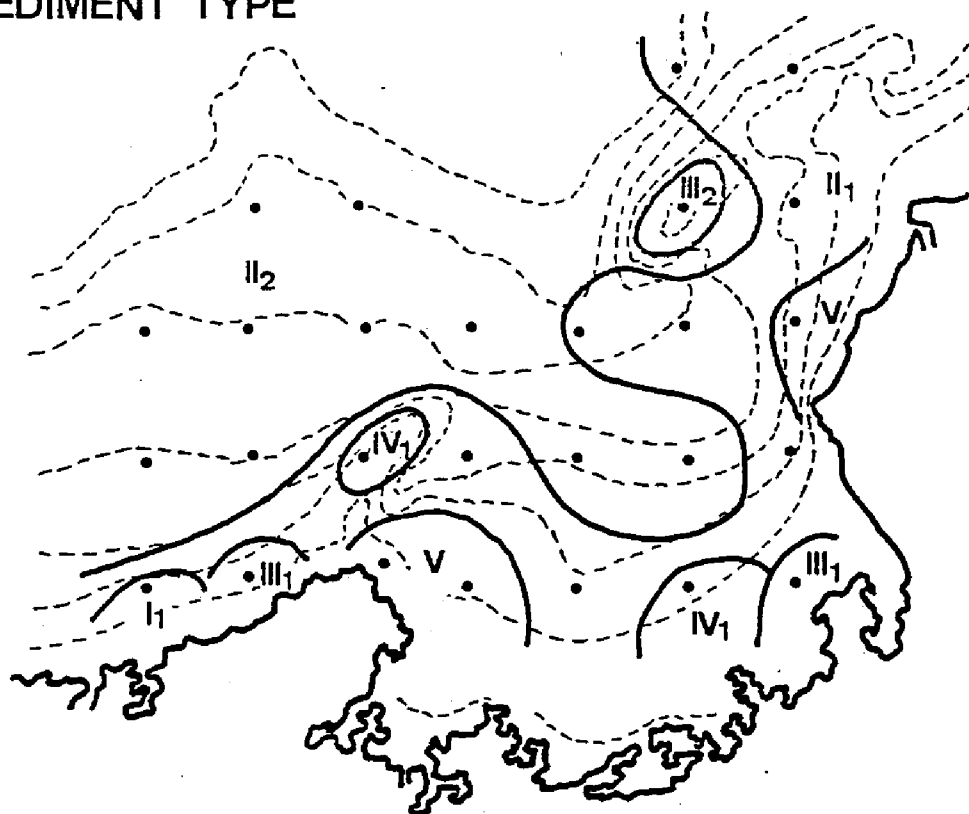


Fig. 62. Sampling stations off Wakasa Bay area with depth contour in meter.

a) SEDIMENT TYPE



b) IGNITION LOSS

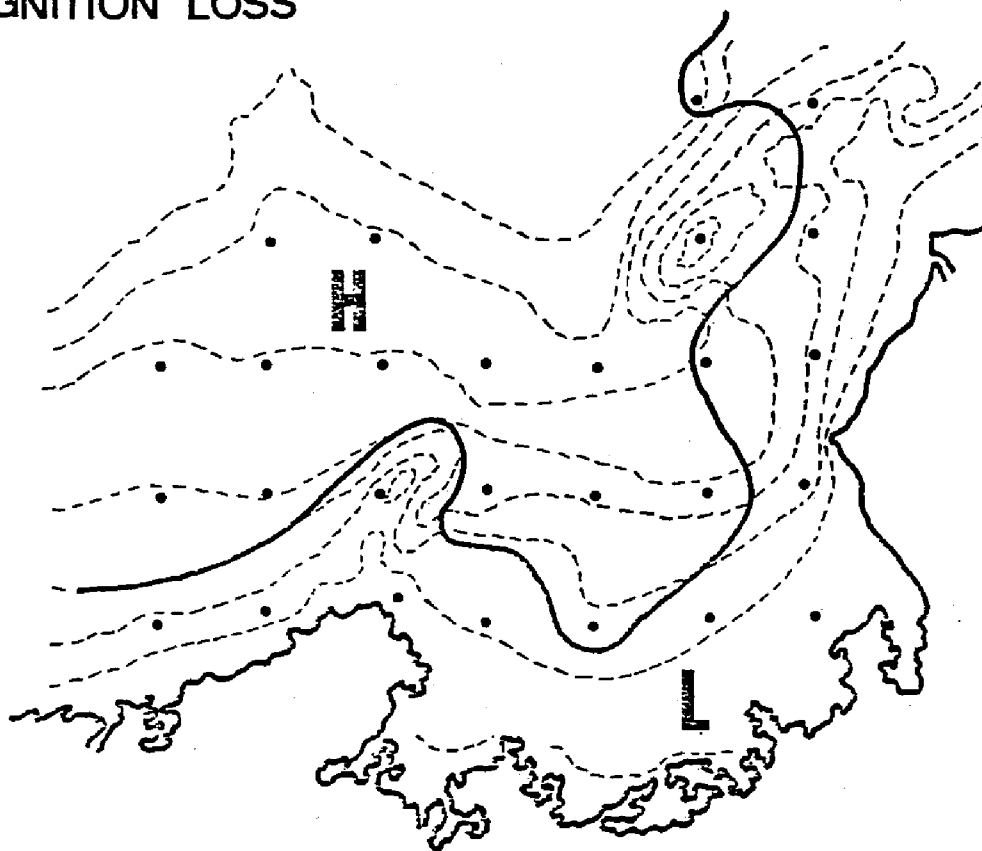
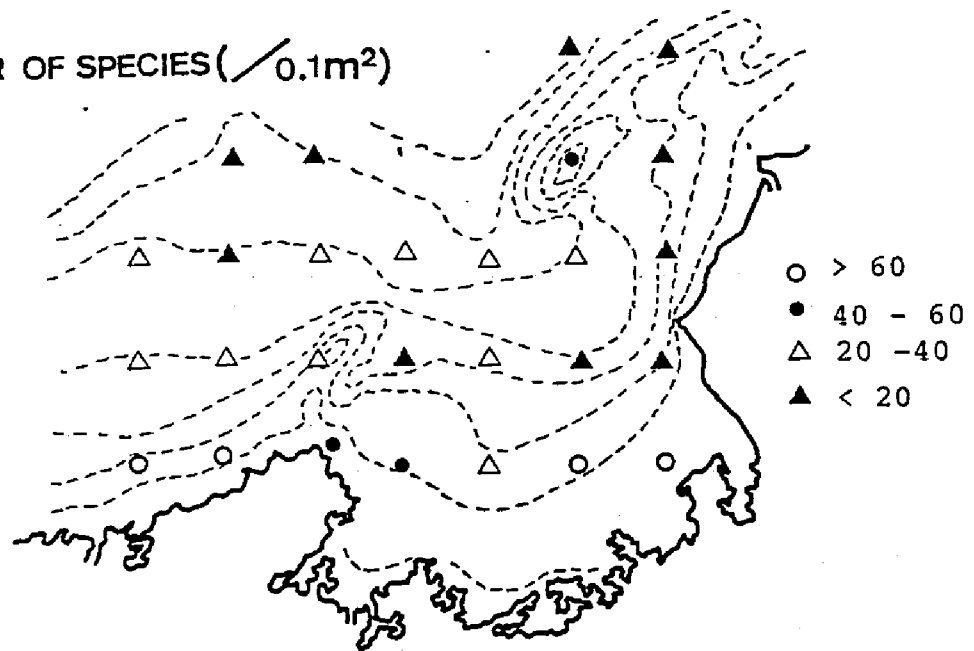


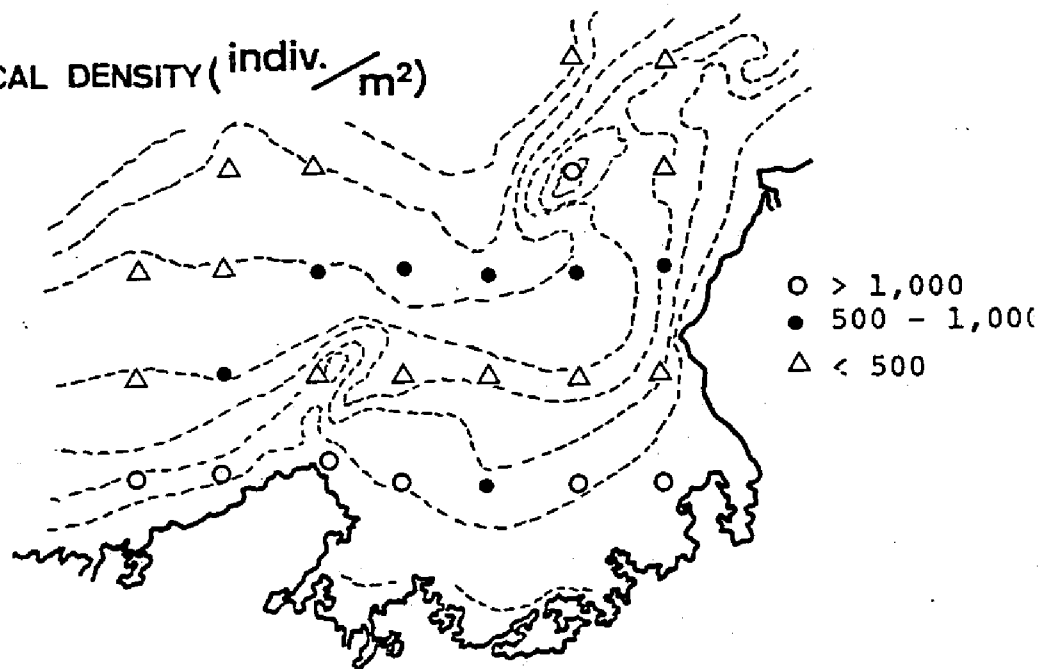
Fig. 63.

- a) Distribution of various sediment types off Wakasa Bay area.
 b) Distribution of ignition loss values. H: Sediment showing value of more than 10 gram per 100 gram dry mud. L: Sediment showing value of less than 10 gram per 100 gram dry mud.

a) NUMBER OF SPECIES ($\text{}/0.1\text{m}^2$)



b) NUMERICAL DENSITY ($\text{indiv.}/\text{m}^2$)



c) BIOMASS (g/m^2)

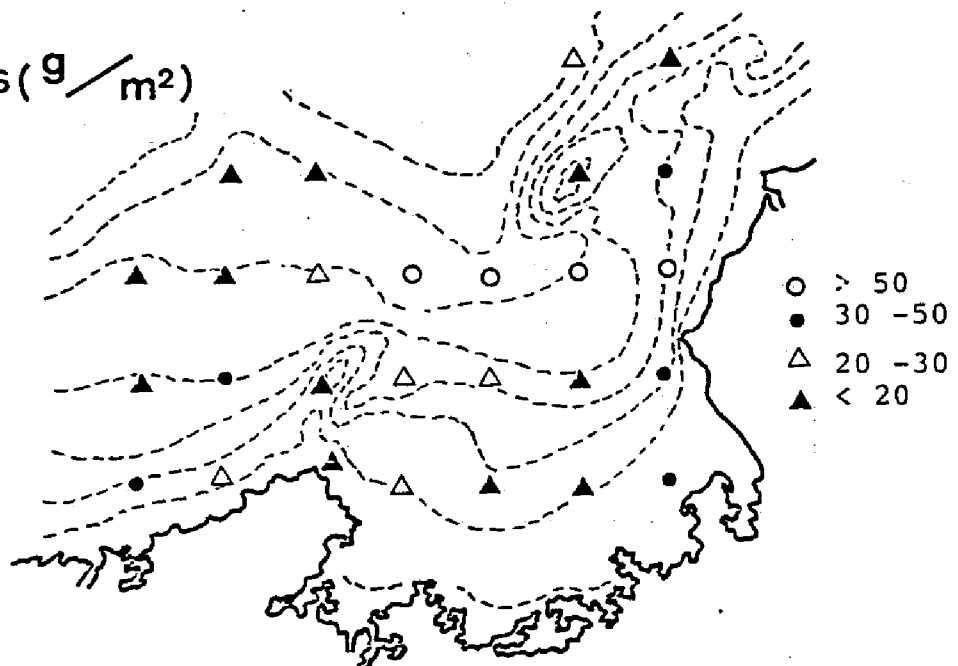


Fig. 64. Distribution of number of species(a), numerical density(b) and biomass(c) off Wakasa Bay area.

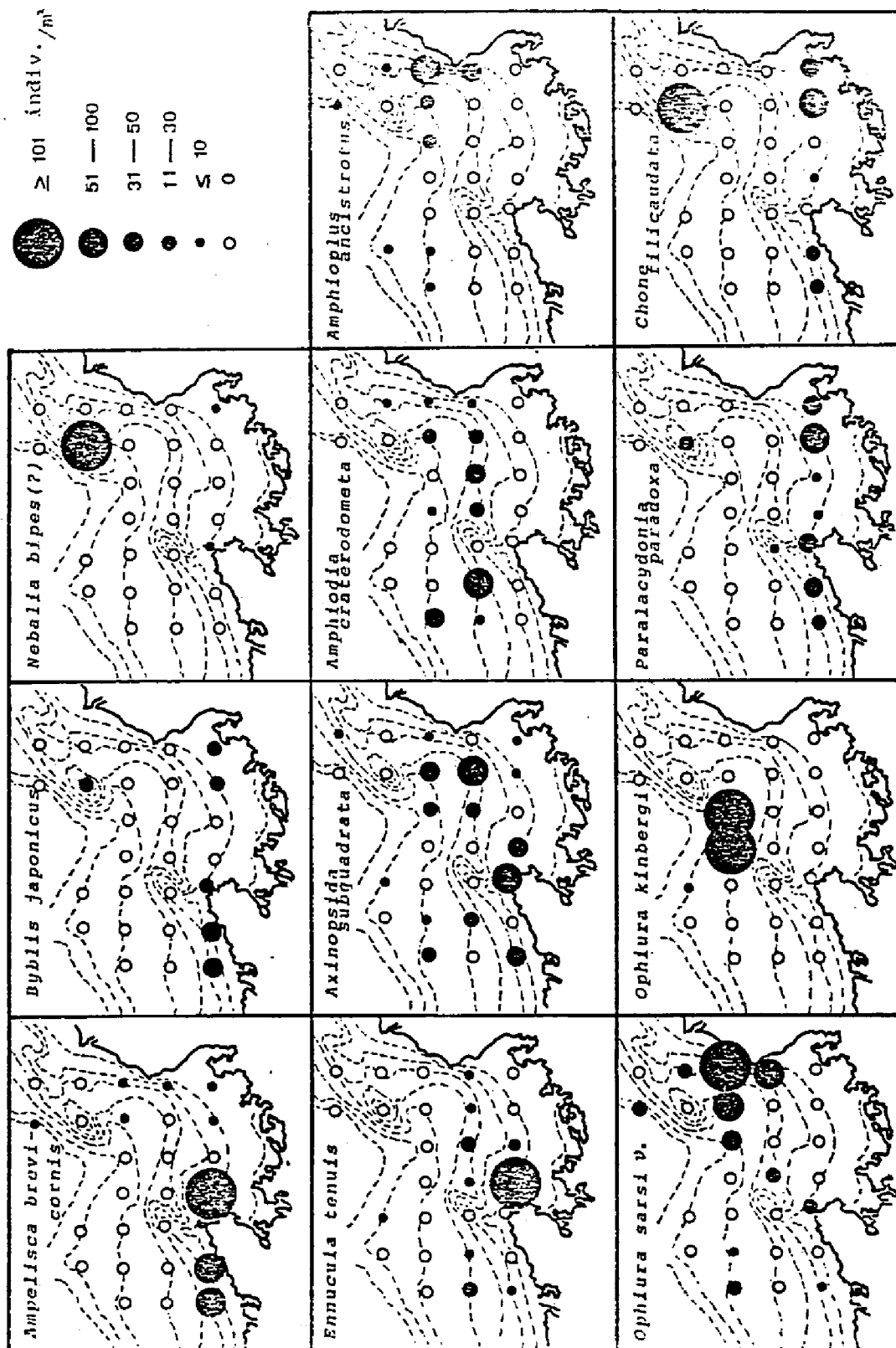


Fig. 65. Distribution of numerical densities of some dominant species off Wakasa Bay area.

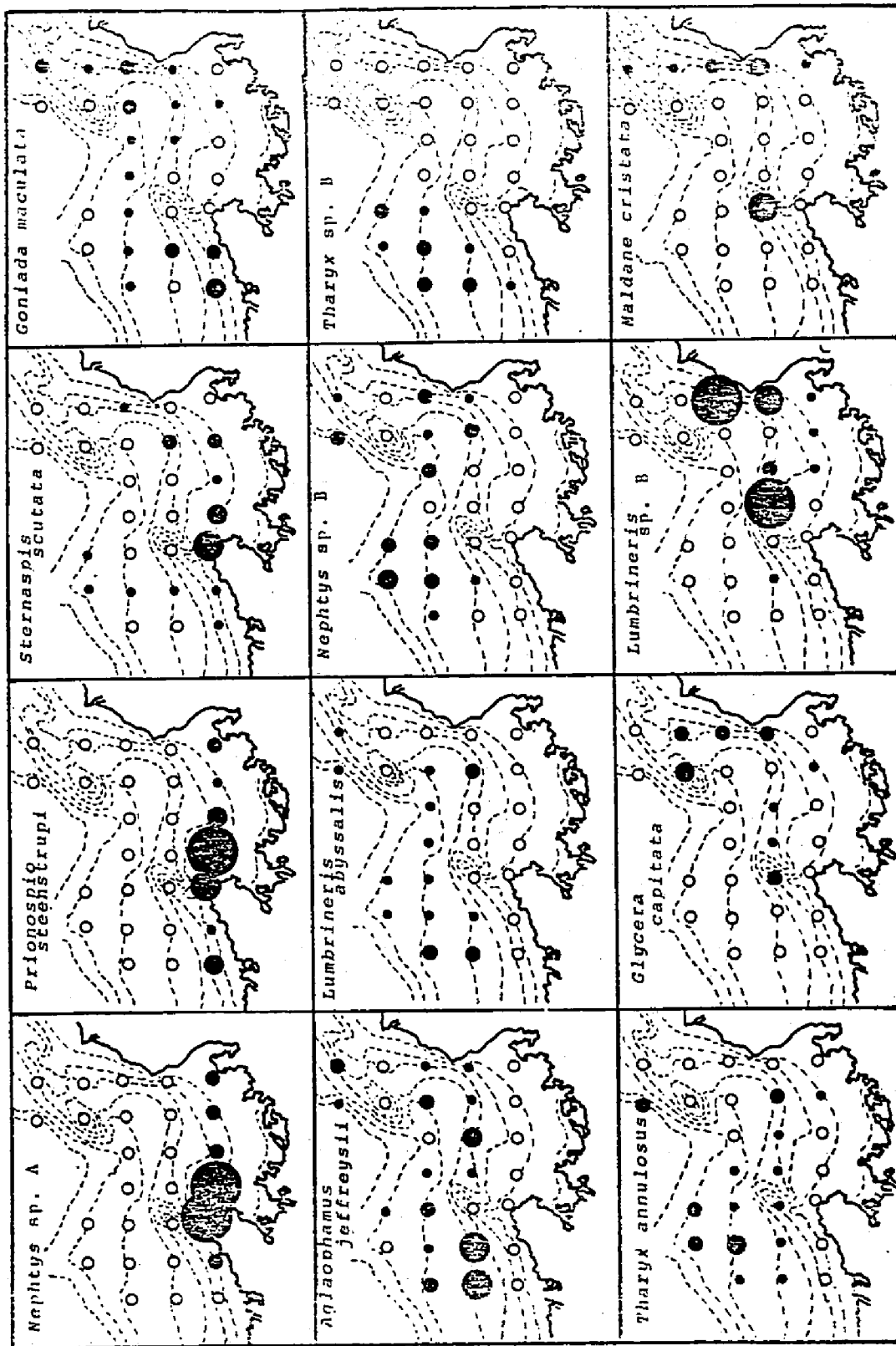


Fig. 65. Continued.

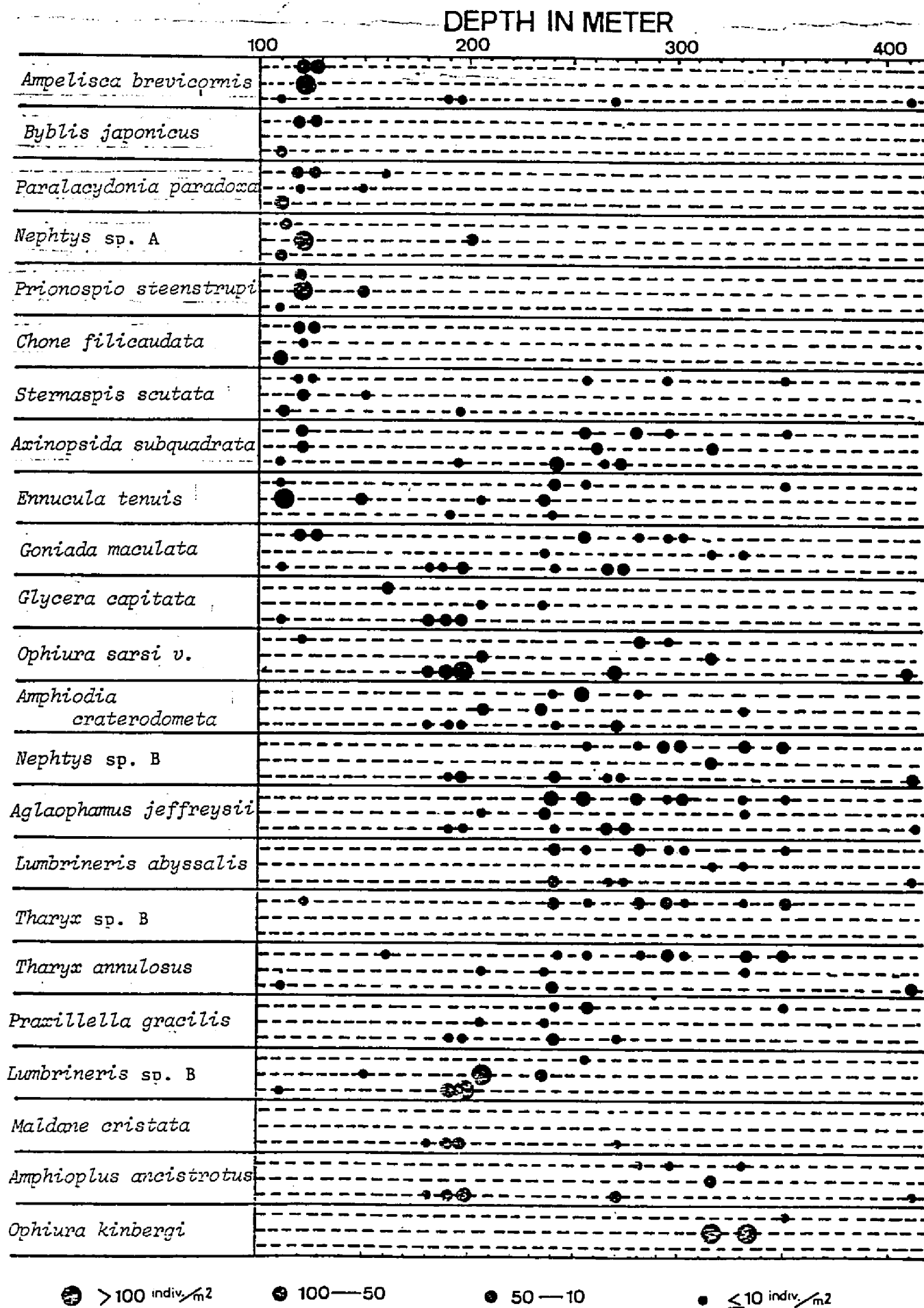


Fig. 66. Distribution of numerical densities of some dominant species in relation to the depth in meter. At each species column, the uppermost line includes the stations from the western part (Sts. 2-12), the middle line—the stations from the middle part (Sts. 1, 13-17) and the bottom line—the stations from the eastern part (Sts. 18-27).

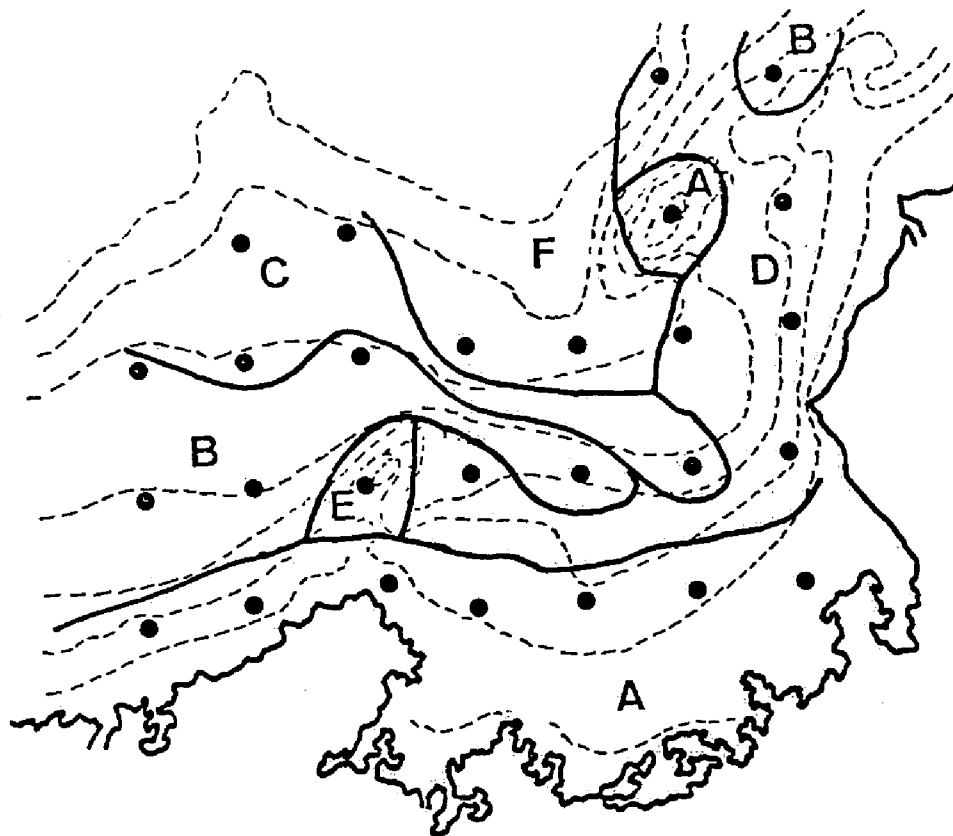
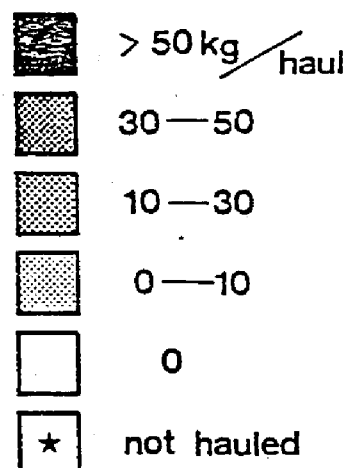
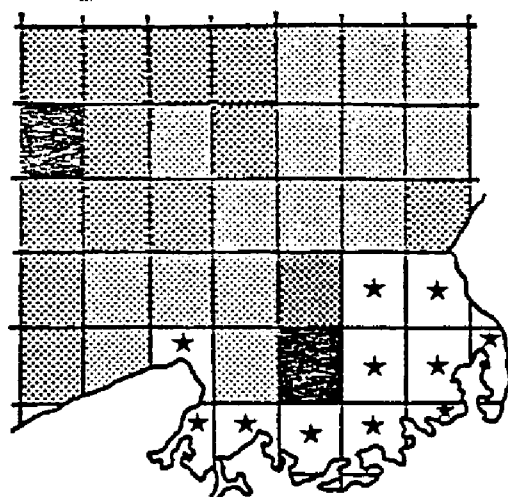
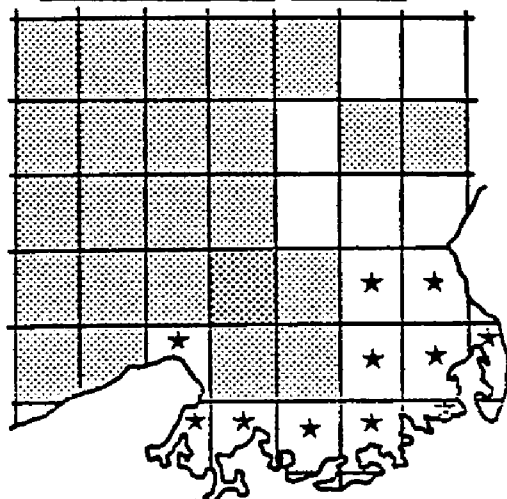


Fig. 67. Division of Wakasa Bay area based on its faunal pattern.

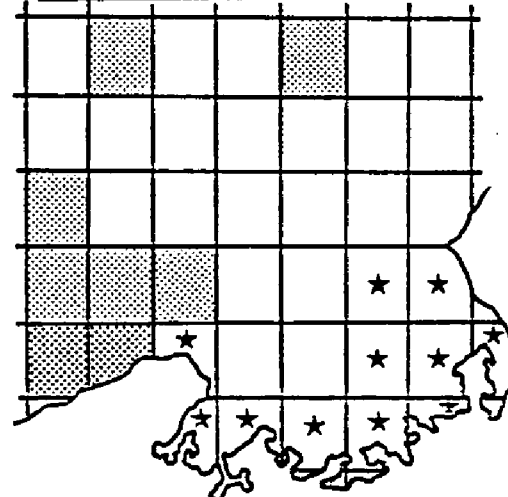
a HIPPOGLOSSOIDES DUBIUS



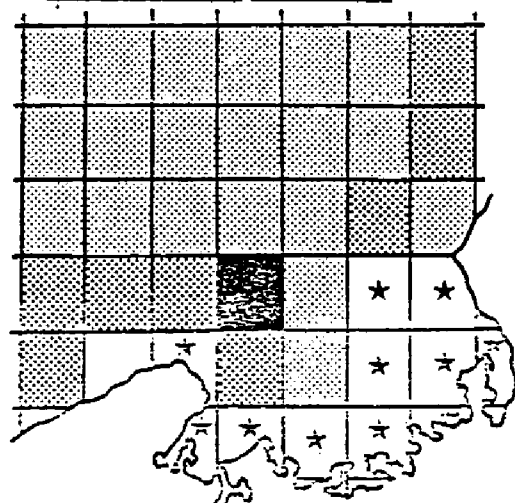
b GLYPTOCEPHALUS STELLERI



c CLEISTHENES PINETORUM H.



d ARCTOSCOPIUS JAPONICUS



e GLOSSANODON SEMIFASCIATUS

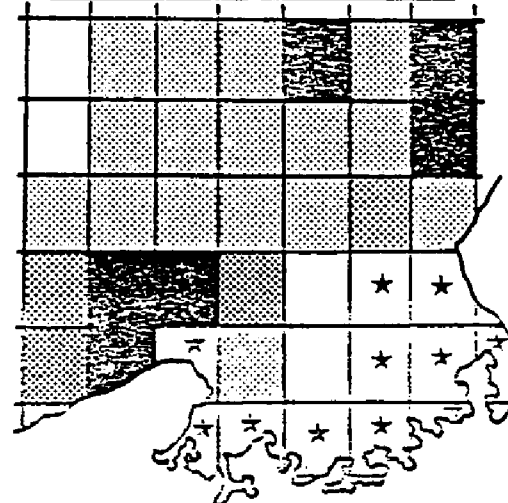


Fig. 68. Distribution of the average catch per haul of some commercial bottom fish off Wakasa Bay fishery ground (From DIVISION OF OFFSHORE FISHERY, FISHERIES AGENCY *et al.*, 1974).

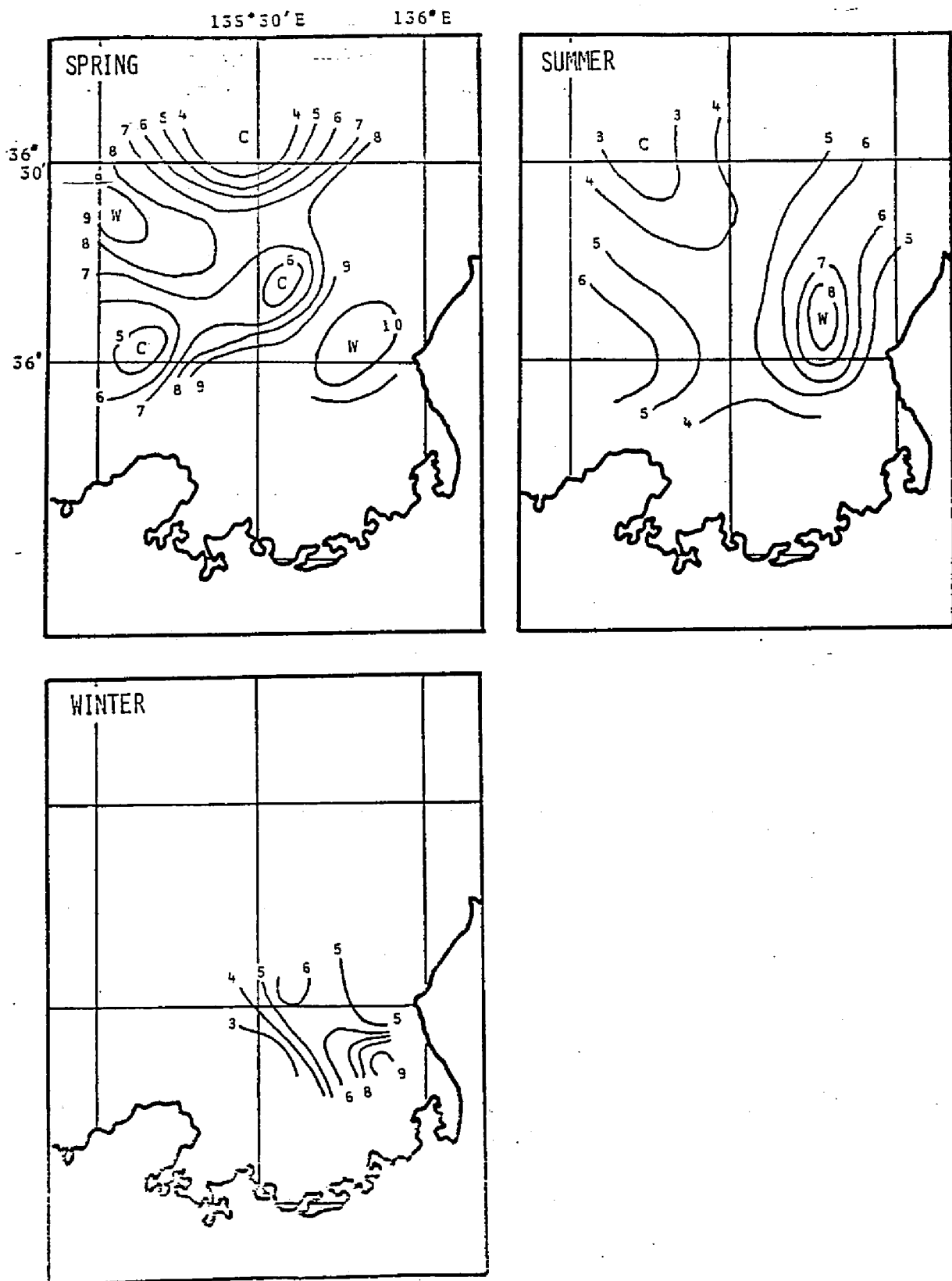


Fig. 69. Distribution of temperature at 200 meter deep in 3 different seasons (From MAIZURU MARINE OBSERVATORY, 1975a, b, 1976).

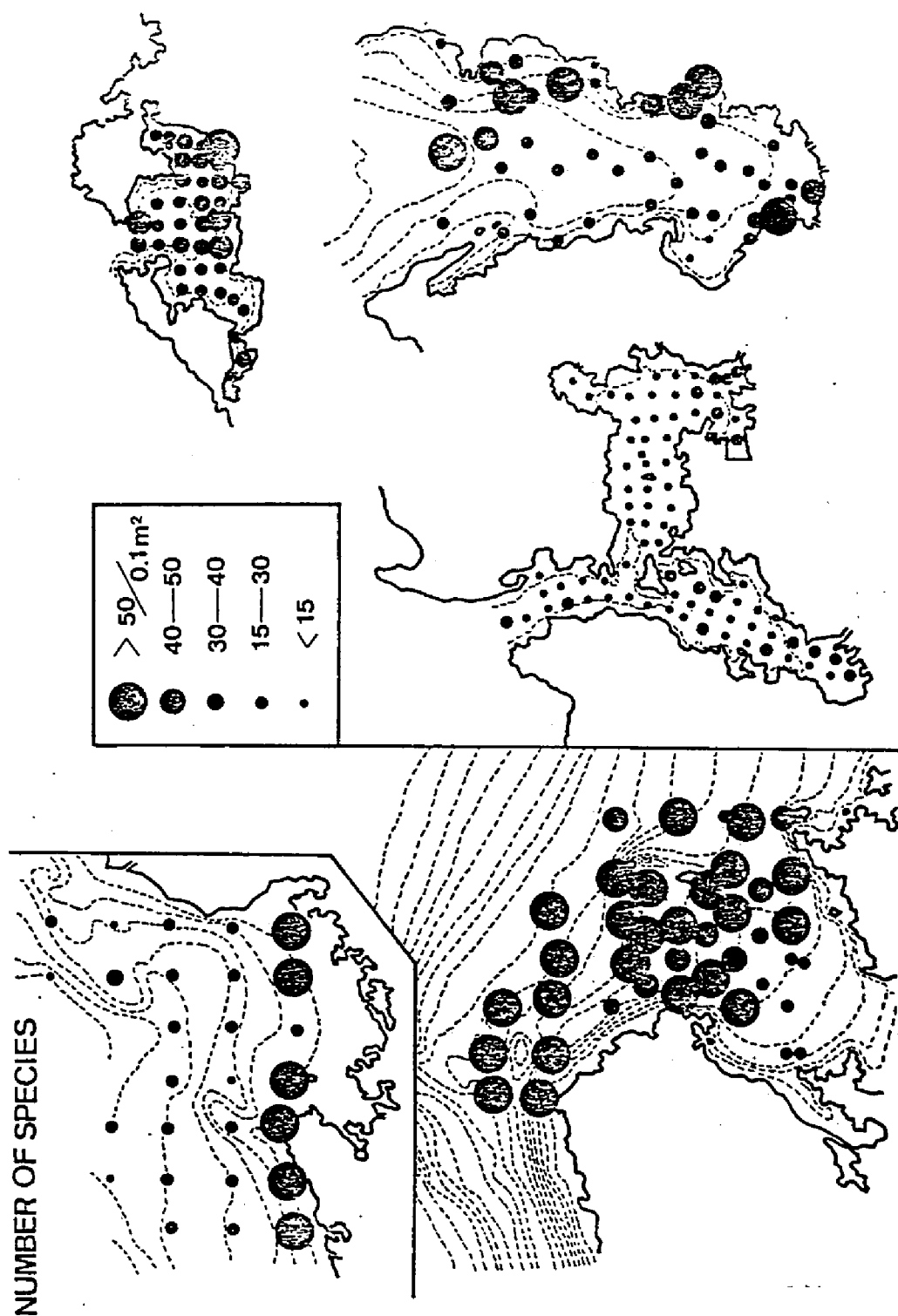


Fig. 70a. Distribution of number of species in all survey areas.

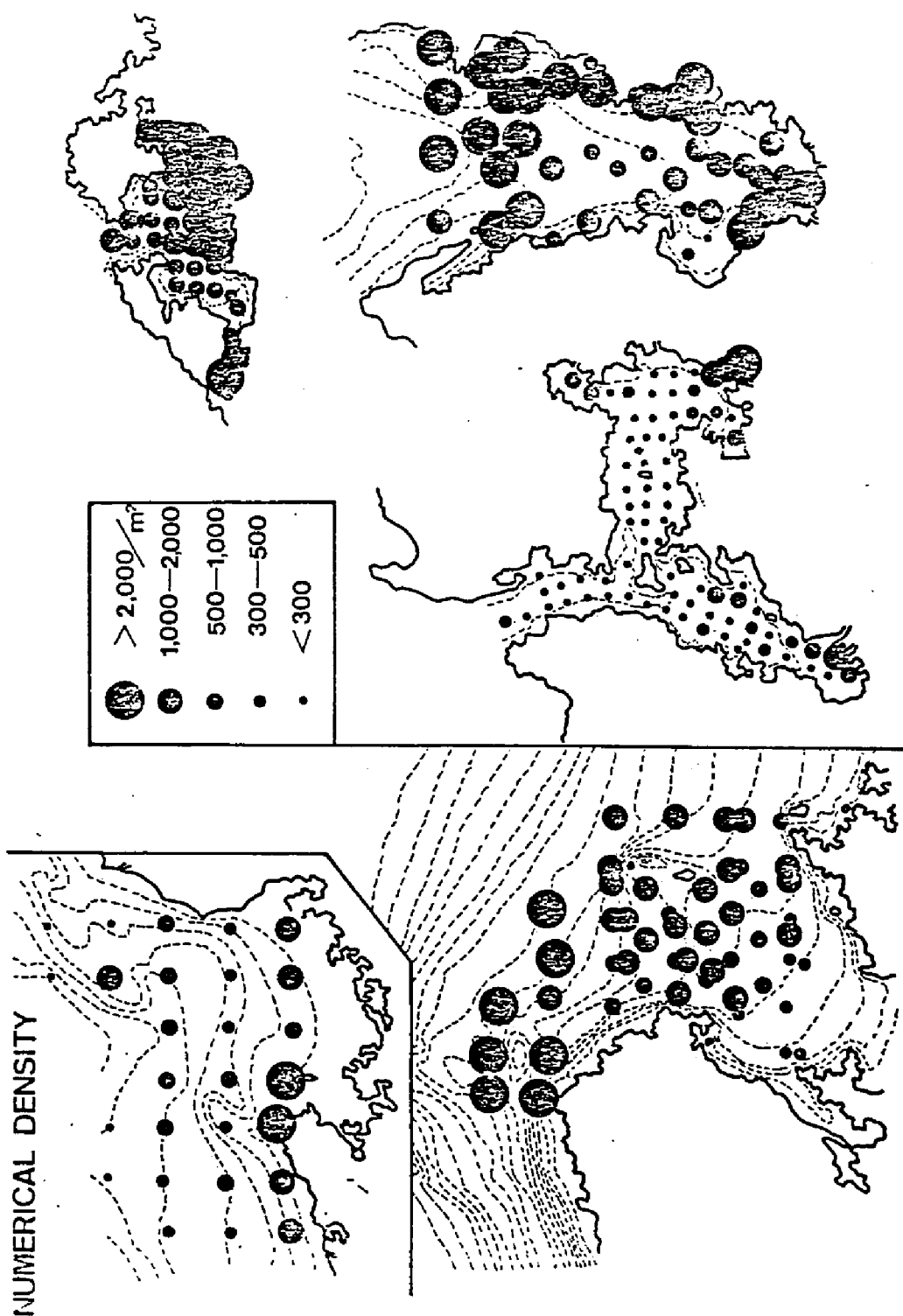


Fig. 70b. Distribution of numerical density in all survey areas.

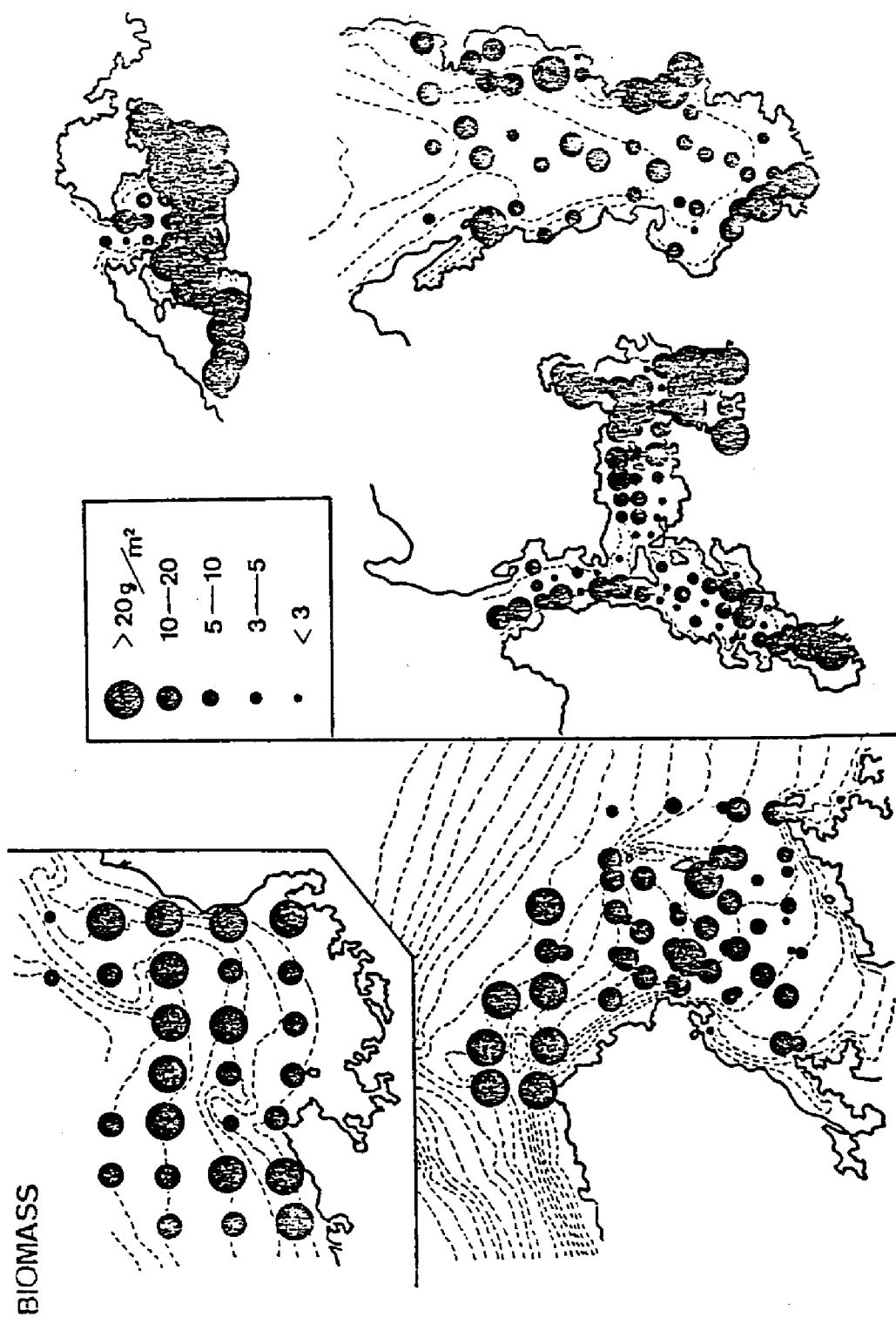


Fig. 70c. Distribution of biomass in all survey areas.

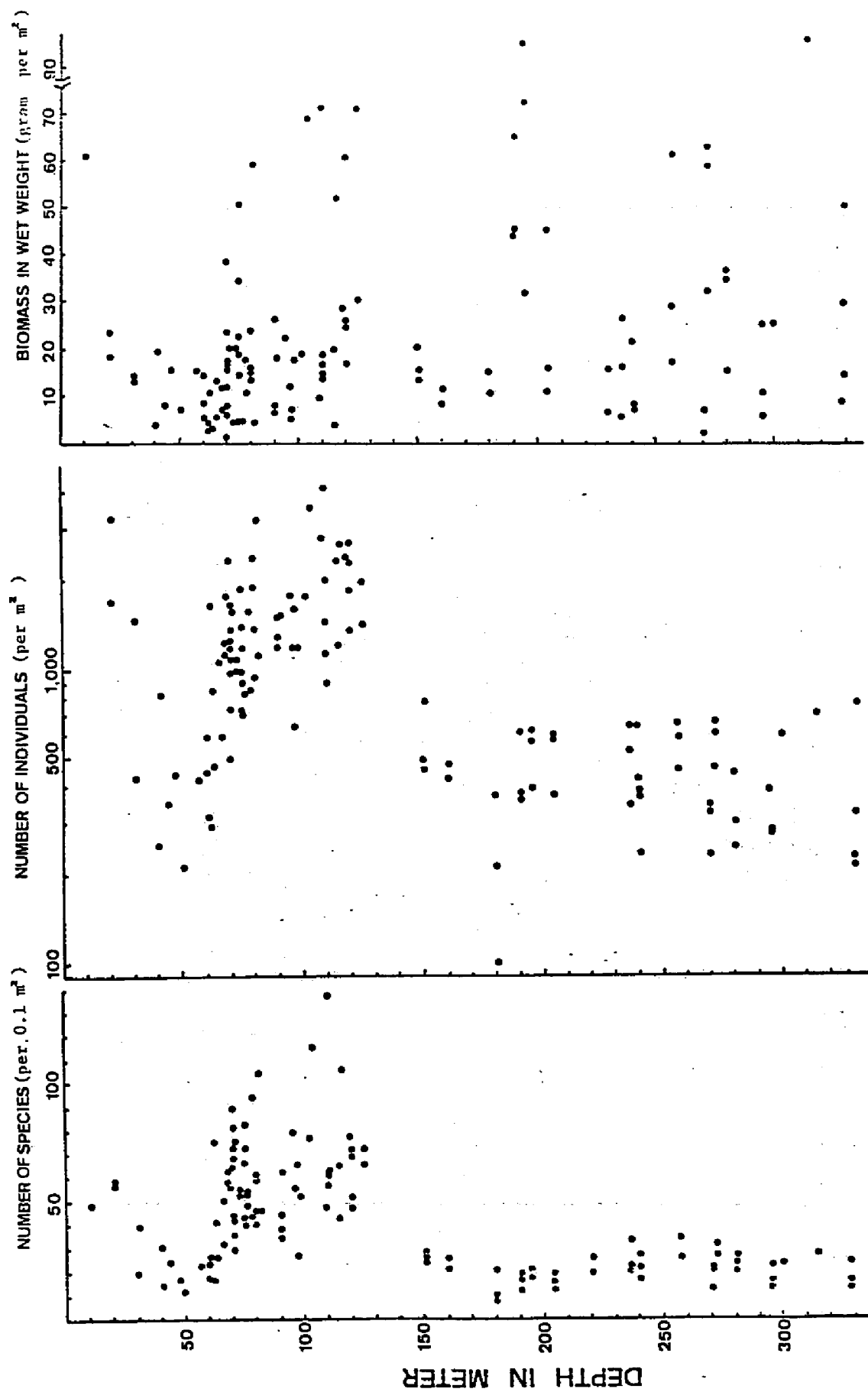


Fig. 71. Changing patterns in number of species, numerical density and biomass with depth increases.

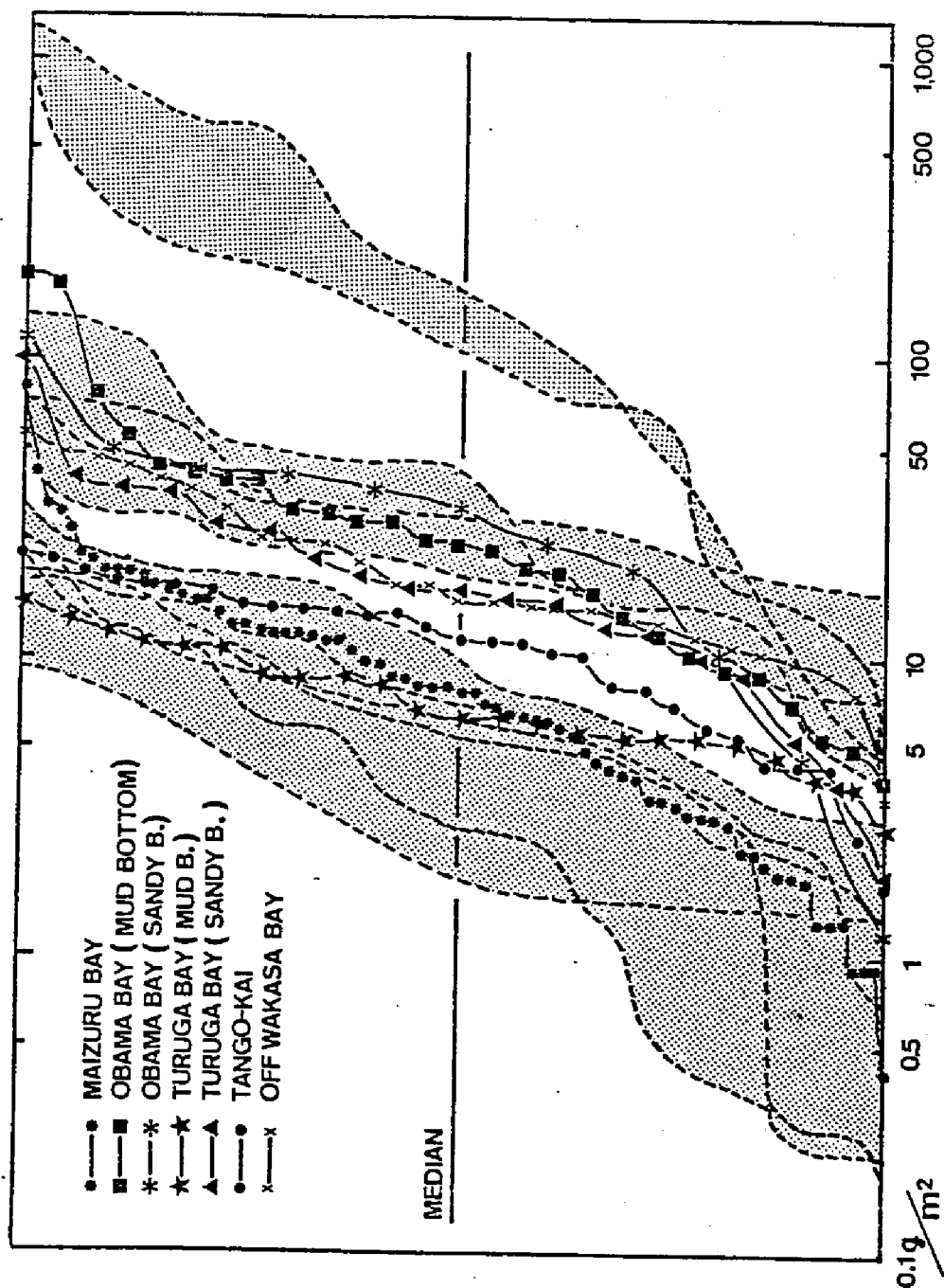


Fig. 72. Biomass curves of various survey areas around Wakasa Bay. Three shaded parts show the poor, the medium and the rich biomass areas respectively (After HORIKOSHI, 1976, 1977 and HORIKOSHI *et al.*, 1977).

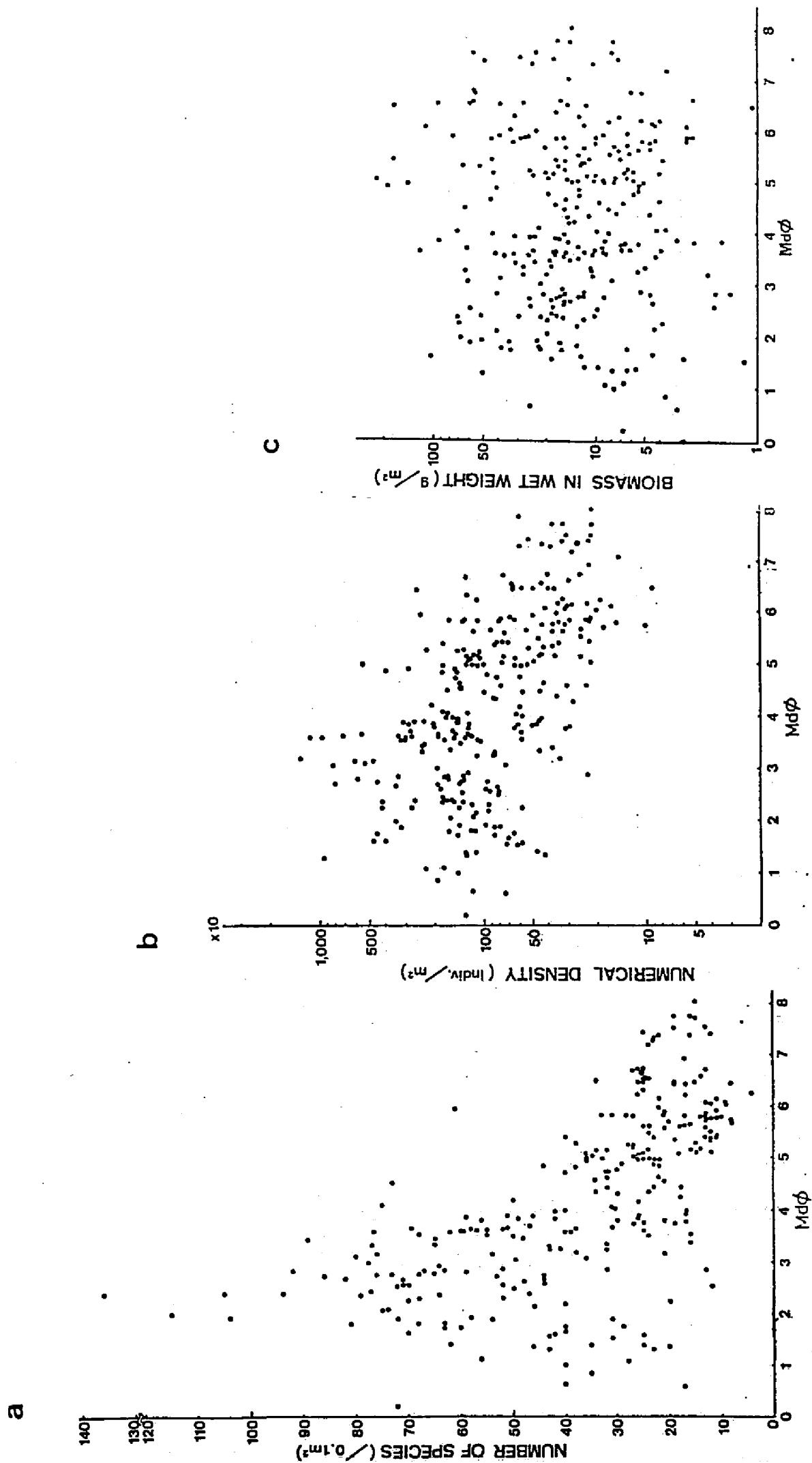


Fig. 73. Relationships in number of species(a), numerical density(b) and biomass(c) to Mdφ of the sediment at each survey station.

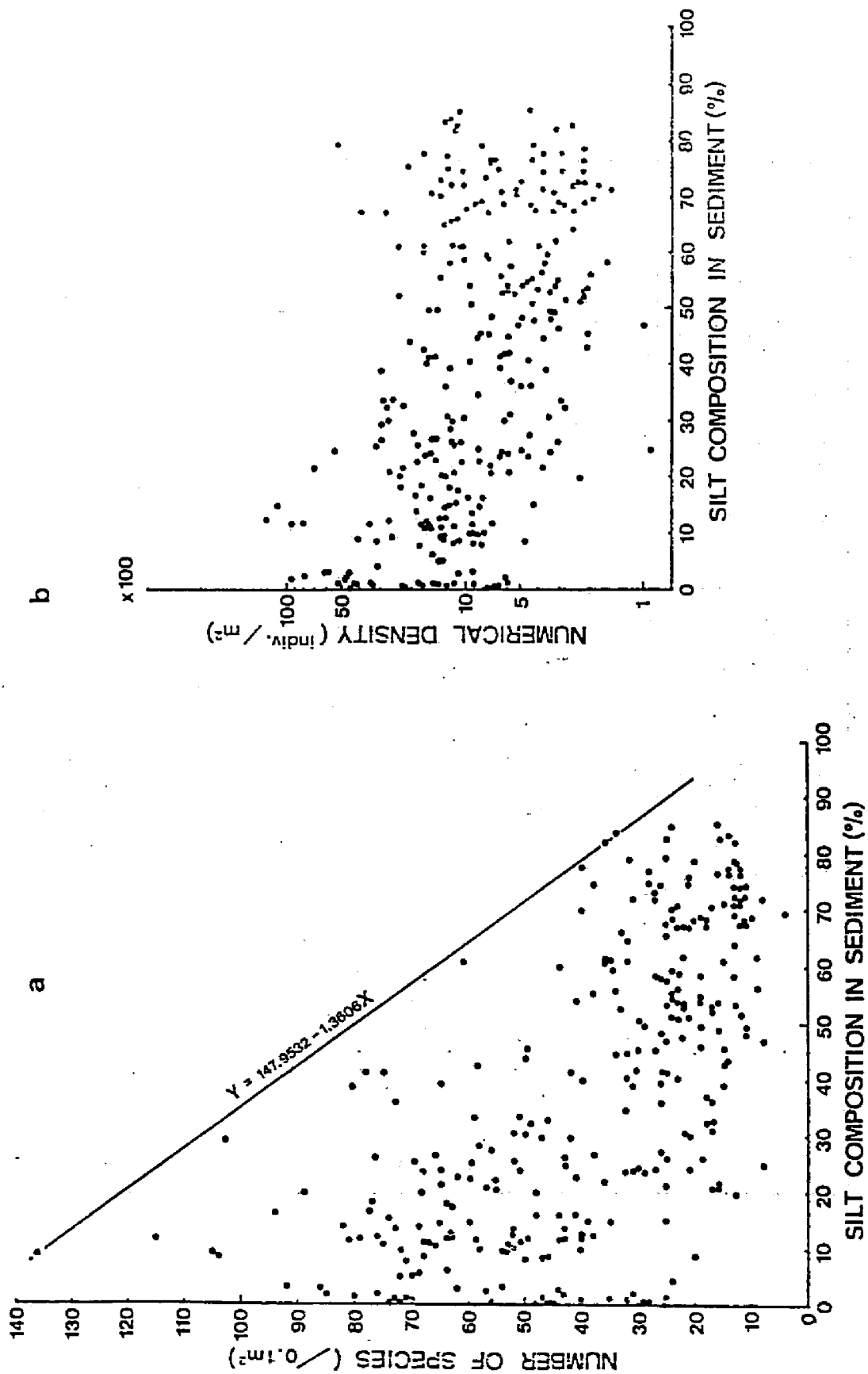


Fig. 74. Relationships in number of species(a) and numerical density(b) to silt composition in the sediment at each survey station.

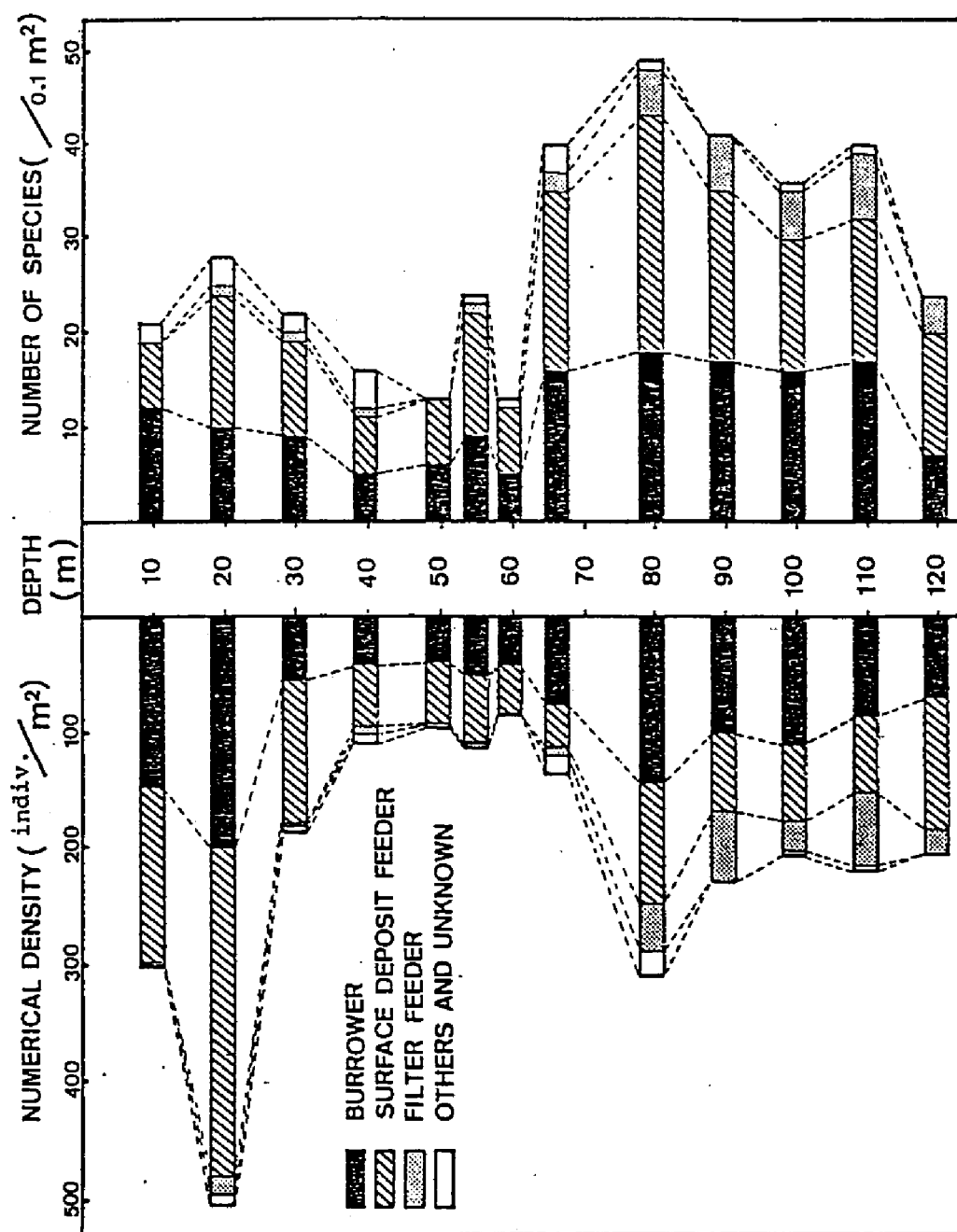


Fig. 75. Changing patterns of composition of various feeding types in polychaete assemblage as depth increases.

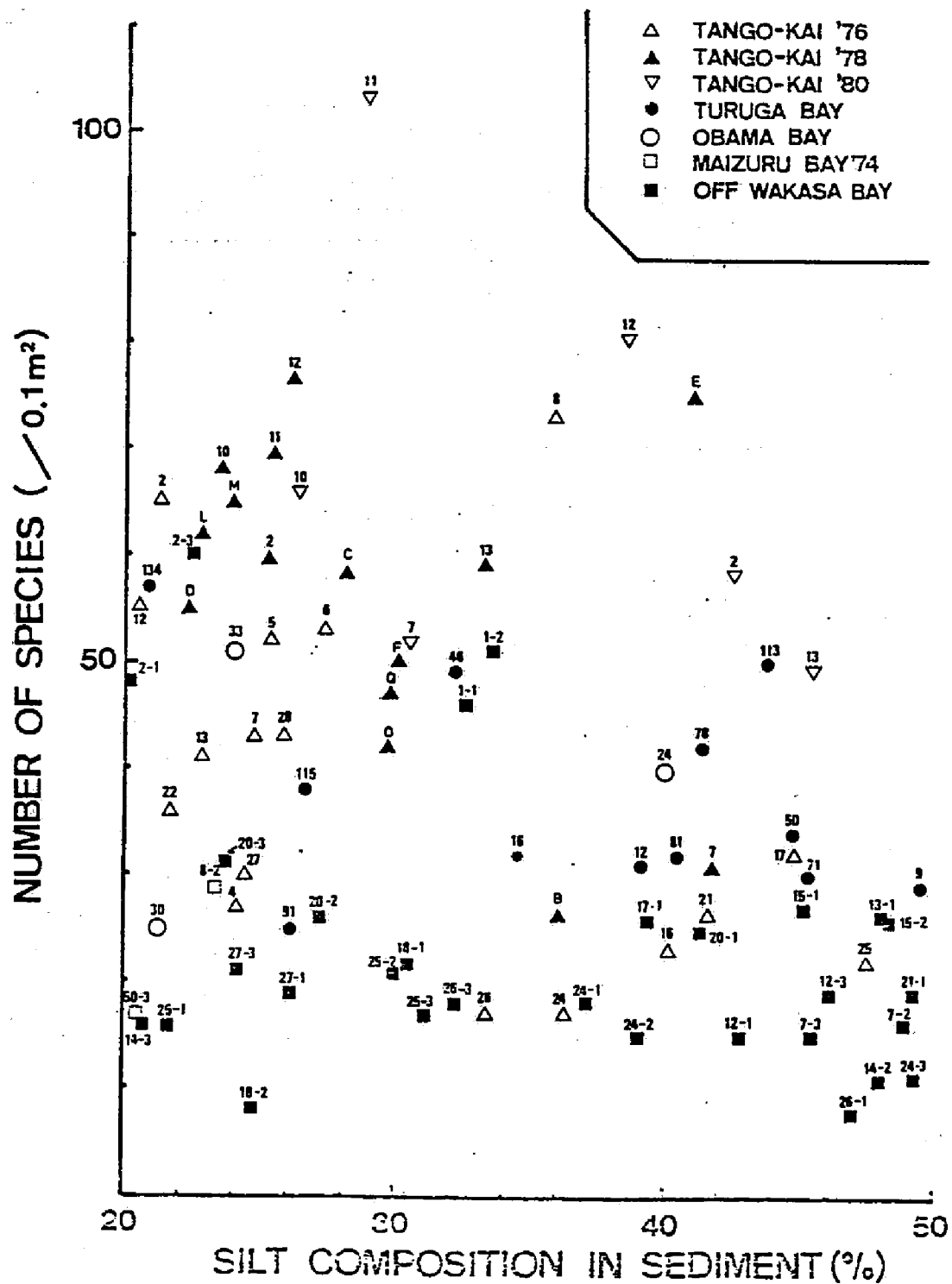


Fig. 76. Relationship between number of species and silt composition the sediment from 20 per cent to 50 per cent range, showing the locality of the plot.

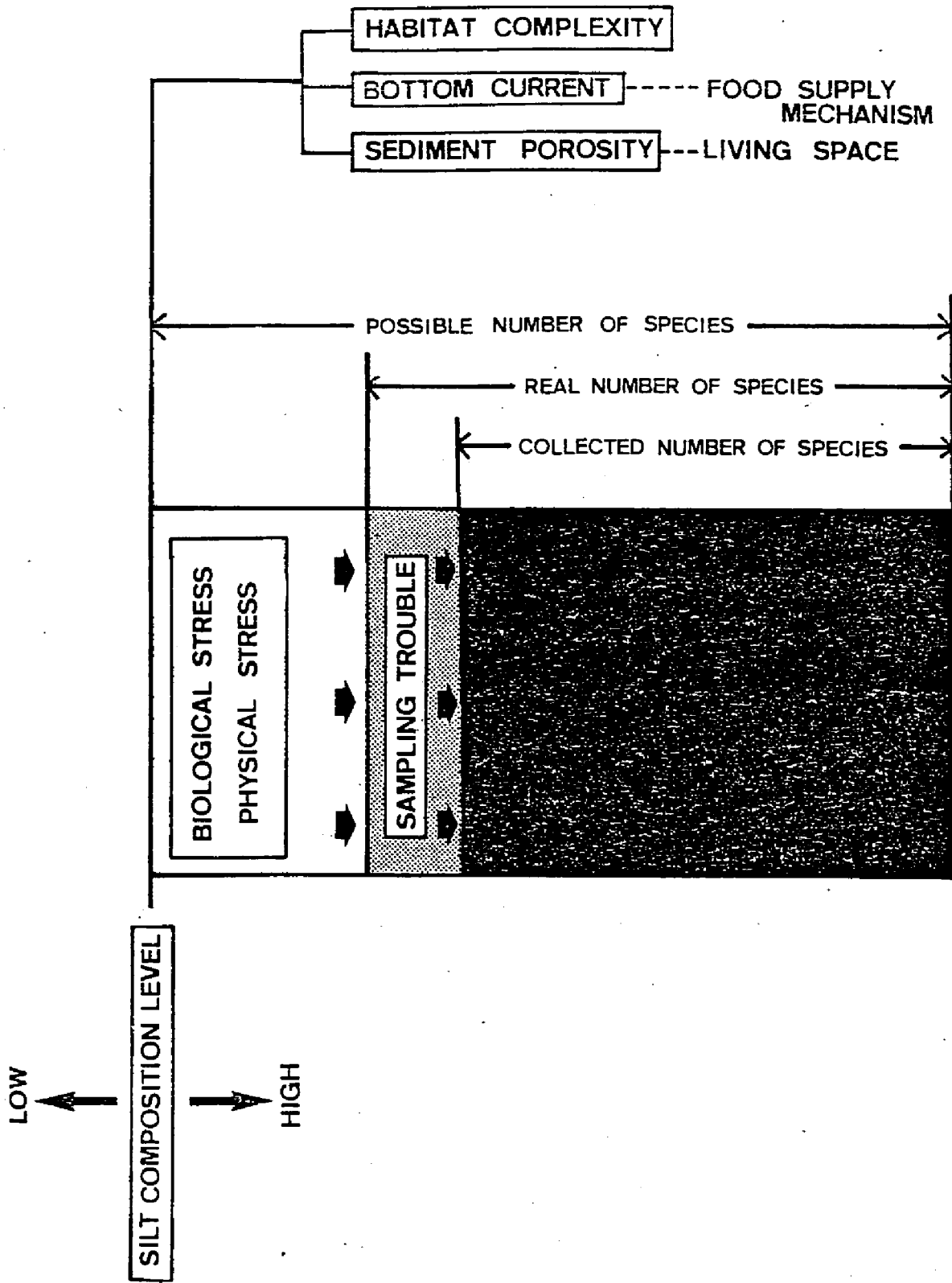


Fig. 77 Schematic figure showing the relationship among possible, real and collected number of species.

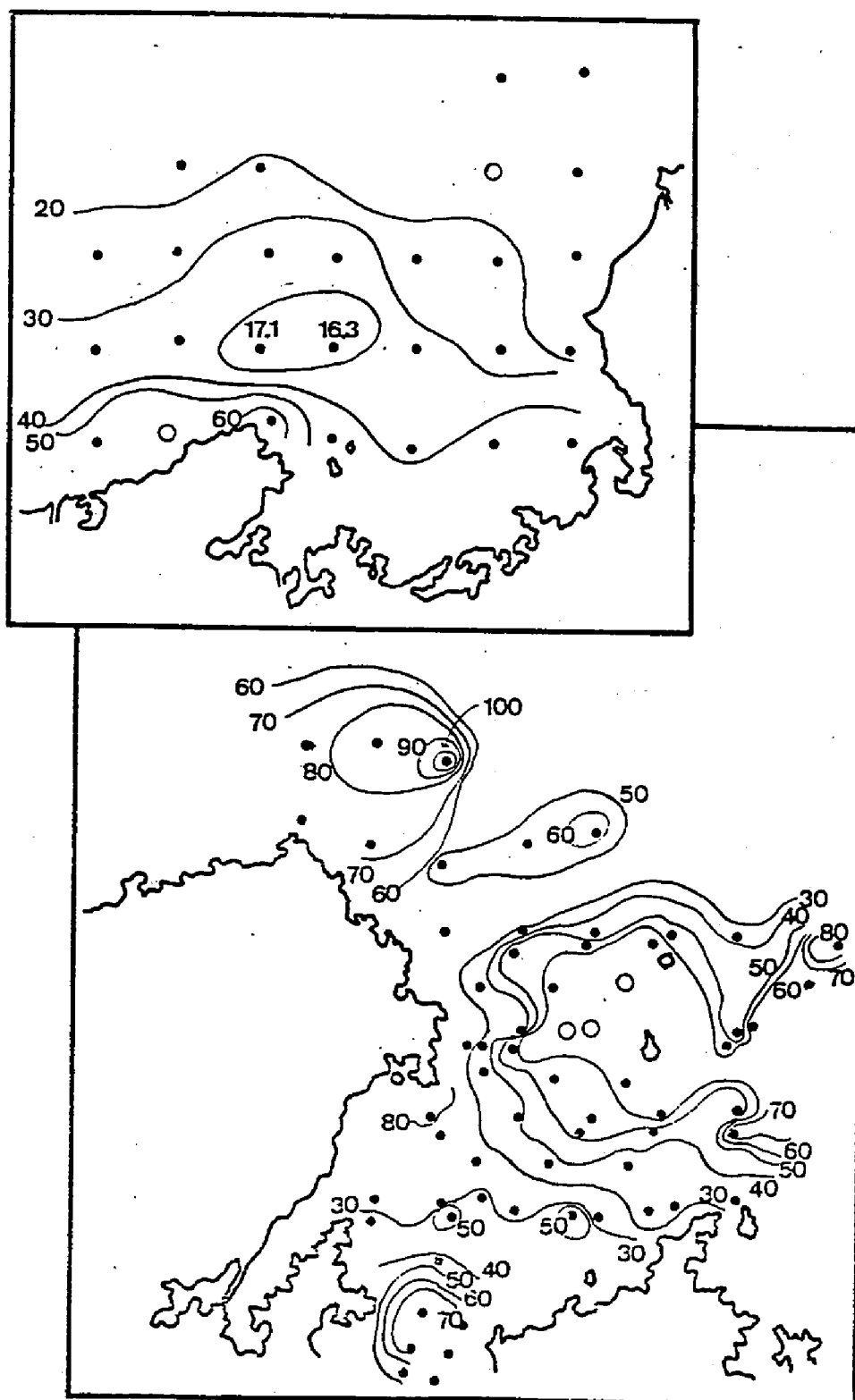


Fig. 78 Distribution of saturation rate of species number in Tango-kai area.
Open circle shows the survey station, the sediment of which has less than 10 per cent of silt composition.

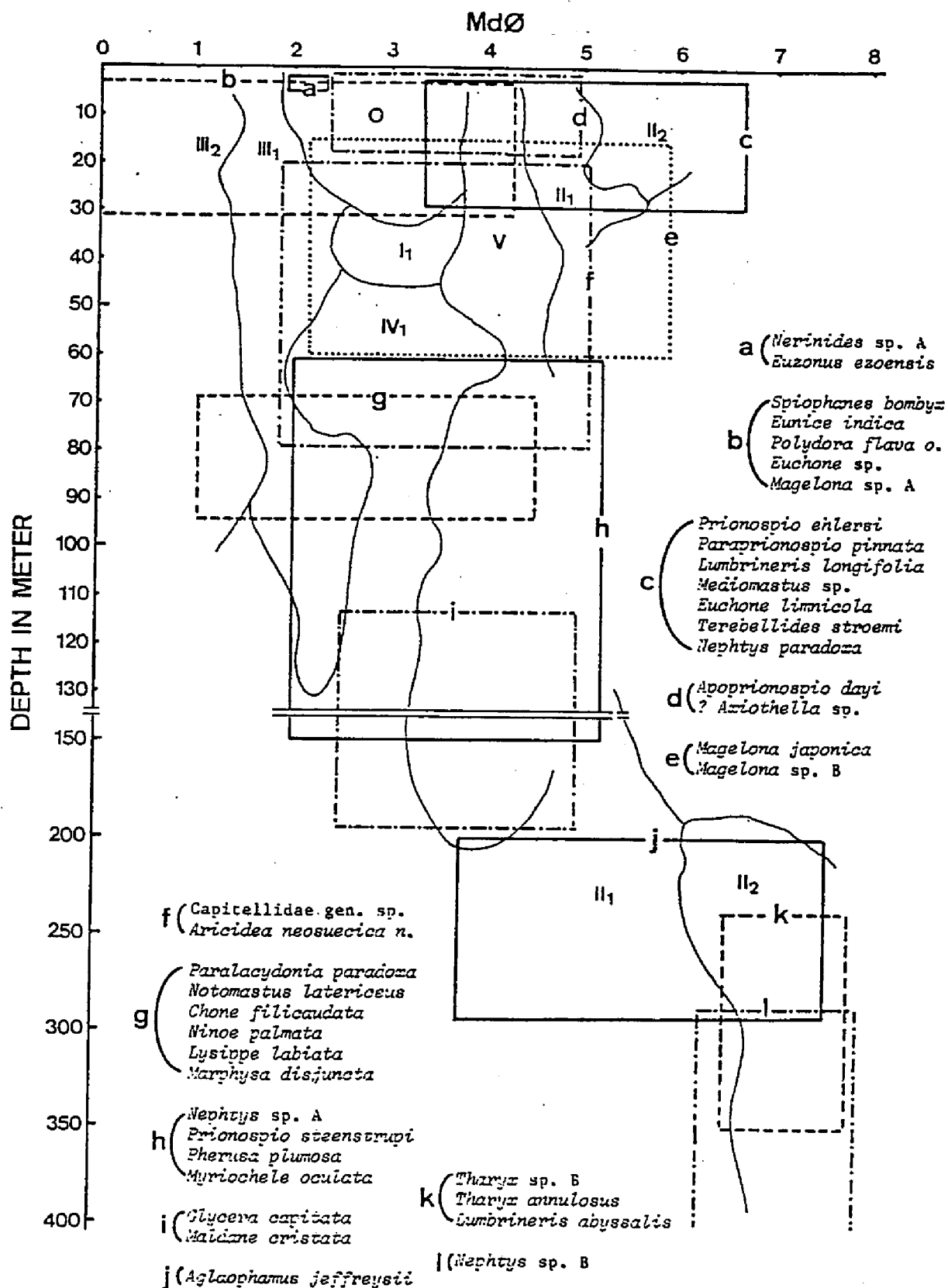


Fig. 79. Habitat ranges of some dominant polychaete species around Wakasa Bay area with reference to bi-dimensional spectrum of bottom conditions (depth and MdØ of sediment).